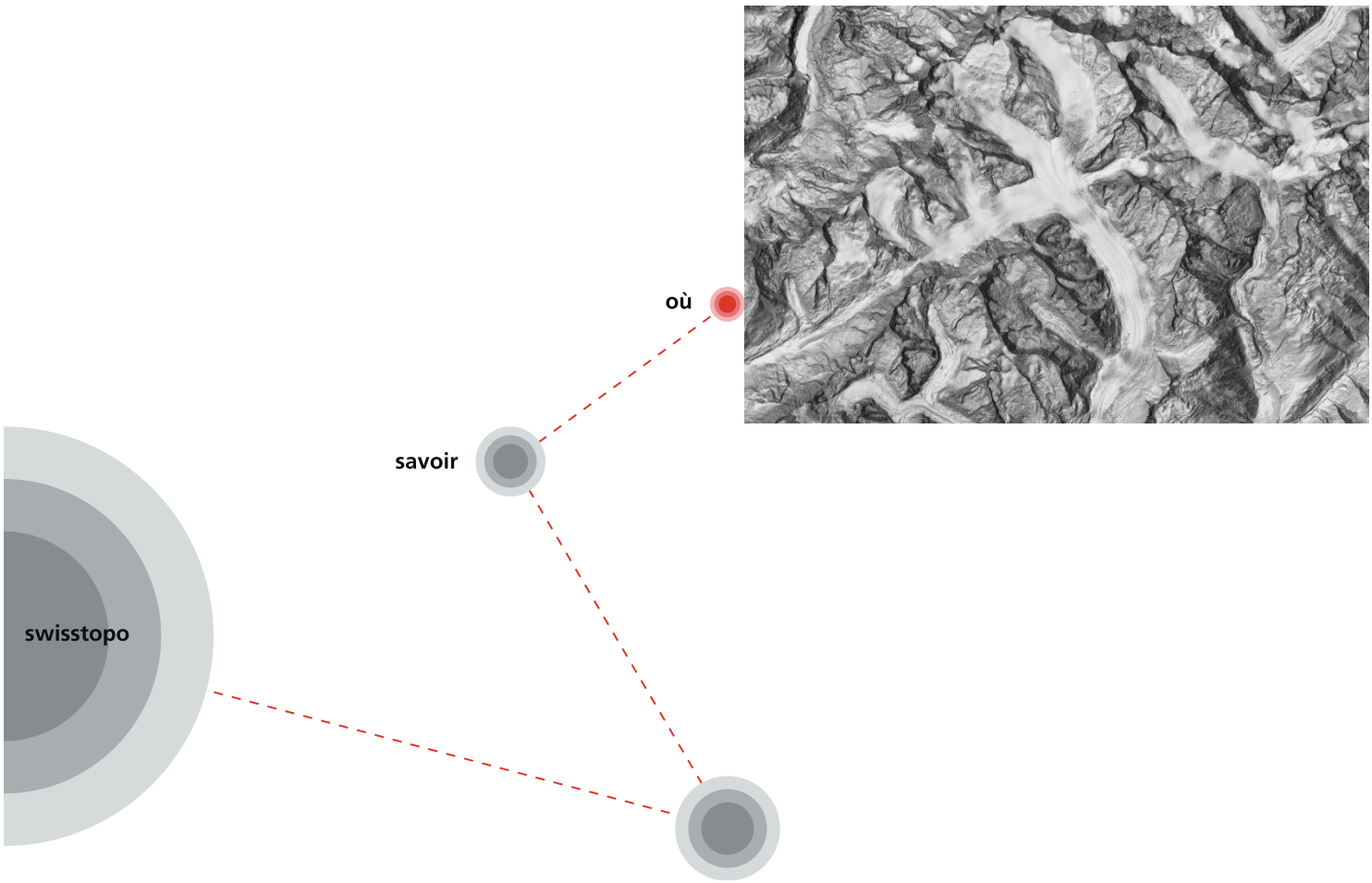
# swissALTI$^{3D}$
# Le modèle de terrain à haute résolution de la Suisse




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**

# Table des matières


1 swissALTI3D ... 3
1.1 Description succincte ... 3
1.2 Contenu et modèle de données ... 3
1.3 Périmètre ... 3
1.4 Qualité et précision ... 4
1.5 Formats de données ... 4
1.6 Résolution et volumes de données ... 6
1.7 Système de coordonnées ... 6
1.8 Champs d'application ... 6
1.9 Mise à jour et publication ... 6
2 Obtention des données ... 7
2.1 Renseignements et commande ... 7
2.2 Prix ... 7
2.3 Conditions d'utilisation ... 7
2.4 Livraison ... 7
3 Production ... 7
3.1 Contexte de départ ... 7
3.2 Données de base et processus de production ... 7
3.2.1 Environnement de production ... 7
3.2.2 Données laser ... 8
3.2.3 Stéréocorrélation ... 8
3.2.4 Photos aériennes ... 8
3.2.5 Mesures stéréoscopiques manuelles ... 8
3.2.6 Des données vectorielles brutes au modèle tramé ... 8
3.3 Mise à jour ... 10
3.3.1 Mode opératoire ... 10
3.3.2 Critères de mise à jour ... 10
3.3.3 Photos aériennes ... 10
3.3.4 Chronologie du processus d'une mise à jour ... 11
3.3.5 Planification ... 11
3.3.7 Exemples de mises à jour ... 12
4 Limites rencontrées lors de la modélisation de swissALTI3D ... 14
5 Evolution de swissALTI3D ... 15

# 1 swissALTI$^{3D}$

## 1.1 Description succincte

swissALTI$^{3D}$ est un modèle numérique de terrain (MNT) à haute résolution décrivant le relief de la Suisse et de la Principauté du Liechtenstein sans végétation ni constructions. Il est réactualisé selon un cycle de mise à jour de 6 ans.

## 1.2 Contenu et modèle de données

swissALTI$^{3D}$ présente le MNT sous la forme d'un jeu de données tramées (raster) ou d'un fichier xyz (format de texte) structuré selon une grille régulière dont les mailles ont un pas de 0,5m, 2 m, 5 m ou 10 m. Une valeur altimétrique est associée à chaque cellule de la trame ou à chaque point du fichier xyz. La grille utilisée repose sur le système de coordonnées suisse CH1903+.

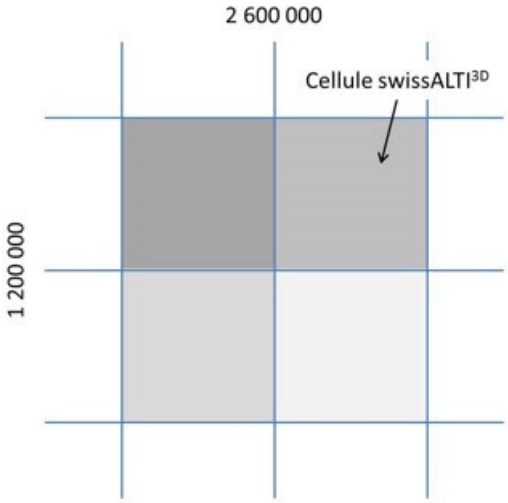



**Figure 1: Schéma de principe de la trame de swissALTI3D**

Les informations altimétriques utilisées pour swissALTI$^{3D}$ proviennent de différentes sources. En dessous de 2000 m, les données requises sont déduites de mesures laser. Au-dessus de 2000 m, les valeurs sont obtenues en partie de mesures laser et en partie par stéréocorrélation, technique qui peut être complétée, au besoin, par un traitement photogrammétrique ciblé (intégrant des lignes de rupture, des points supplémentaires ou excluant des surfaces). La mise à jour du MNT est essentiellement réalisée à l'aide de méthodes photogrammétriques. Les nouvelles valeurs altimétriques sont soit calculées automatiquement par stéréocorrélation, soit obtenues manuellement par des mesures stéréoscopiques en 3D. En outre, des données anciennes peuvent être remplacées par des données laser plus récentes.

## 1.3 Périmètre

swissALTI$^{3D}$ couvre intégralement la Suisse et la Principauté du Liechtenstein. Dans les éditions 2011 à 2013, le périmètre de production du MNT coïncidait avec les frontières extérieures de cet ensemble territorial. A partir de l'édition 2014, il les dépasse de 25 m. Dans les zones où des nouvelles données LiDAR ont été intégrées, le périmètre suit maintenant le découpage des tuiles kilométriques qui touchent la frontière nationale. Les lacs le long des frontières nationales ont été complétement intégrés.

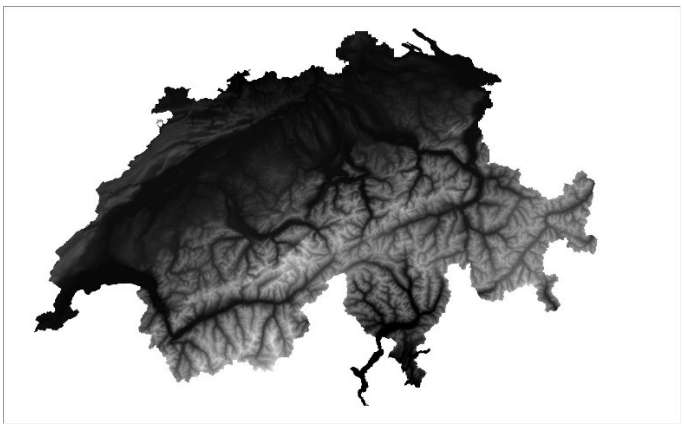


Figure 2: Périmètre couvert par le produit swissALTI3D

## 1.4 Qualité et précision

La précision de swissALTI$^{3D}$ n'est pas partout identique, parce que les données sur lesquelles le modèle se fonde sont aussi différentes que les méthodes de saisie. On peut la décrire ainsi, en résumé:

- En dessous de 2000 m : ±30 cm (1σ) (nouvelles données LiDAR)
- En dessous de 2000 m: ±50 cm (1σ) (stéréocorrélation)
- Au-dessus de 2000 m: ±1 à 3 m (1σ)
- Mise à jour manuelle (points mesurés, lignes de rupture, surfaces): écart moyen 25 cm à 1 m

Les indications fournies correspondent dans chaque cas aux précisions dans les trois dimensions (position et altitude) et se rapportent à la trame au maillage le plus resserré (pas de 50cm). Il est renvoyé aux informations de mise à jour paraissant annuellement pour des indications plus précises relatives aux différentes éditions (versions) de swissALTI$^{3D}$ (www.swisstopo.ch à la rubrique Géodonnées et applications > Modèles d'altitude > swissALTI3D > Informations complémentaires > Documents > Information sur la mise à jour).

## 1.5 Formats de données

swissALTI$^{3D}$ est disponible dans deux formats de sortie standard. Le contenu des fichiers livrés peut légèrement varier d'un format à l'autre.

### Cloud optimized GeoTIFF

Il s'agit d'un format tramé intégrant des informations portant sur le géoréférencement en plus des données tramées visibles. Une valeur altimétrique (Z) est associée à chaque pixel de swissALTI$^{3D}$. Les données sont disponibles sous forme de valeurs à virgule flottante (32 bits). Le nombre de chiffres après la virgule présentés pour une altitude calculée n'est pas fixe dans le cas de valeurs à virgule flottante, mais dépend du paramétrage du système de l'utilisateur. Les cloud-optimized GeoTIFF sont optimisés pour les services cloud grâce à leur structure de fichiers interne.

### ASCII X, Y, Z single space

Le format «ASCII X,Y,Z single space» est le seul à ne pas permettre la représentation directe des cellules d'une trame. Il les remplace par des points isolés, une valeur altimétrique étant associée à chacun de ces points. Les données tramées du fichier Geodatabase Esri (FGDBR) servent de jeu de données de base pour la production du fichier xyz. Un point du format «ASCII X,Y,Z single space» se trouve toujours au centre d'une cellule de la trame. La valeur altimétrique qui lui est associée est donc celle de la cellule de la trame au sein de laquelle il se trouve. Contrairement aux formats tramés, l'information altimétrique est toujours fournie avec quatre chiffres après la virgule pour ce format. Le jeu de données est exclusivement livré sous forme de fichier xyz.

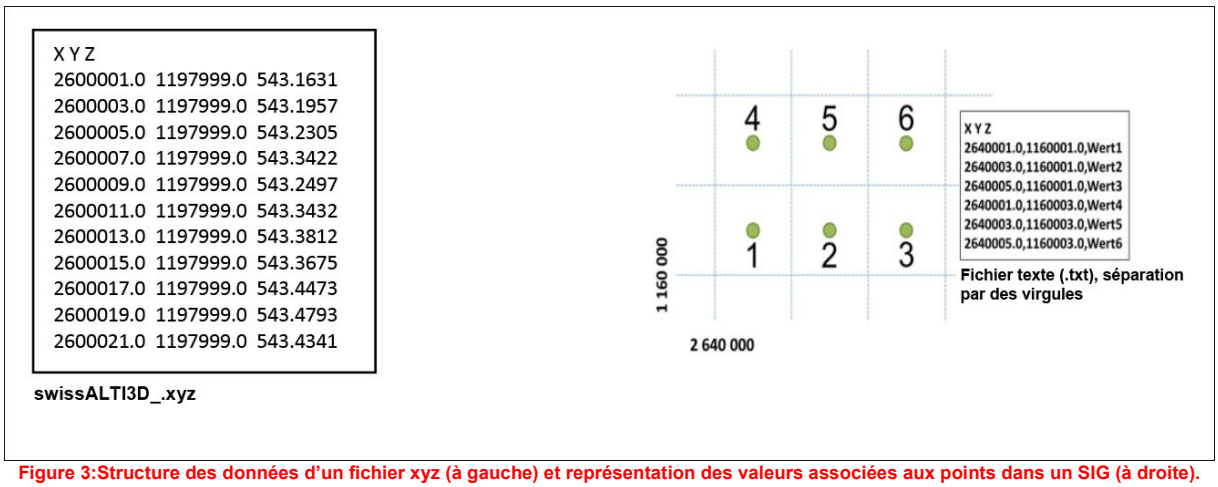



**Figure 3:Structure des données d'un fichier xyz (à gauche) et représentation des valeurs associées aux points dans un SIG (à droite). «Valeur 1» (Wert1) est l'information altimétrique associée au point «1».**

La figure 4 présente la différence existant entre les formats tramés et le format «ASCII X, Y, Z single space». Dans le premier cas, la valeur altimétrique se rapporte à une cellule de la trame. Le fichier xyz associe en revanche l'information altimétrique à un point situé au centre de la cellule de la trame.

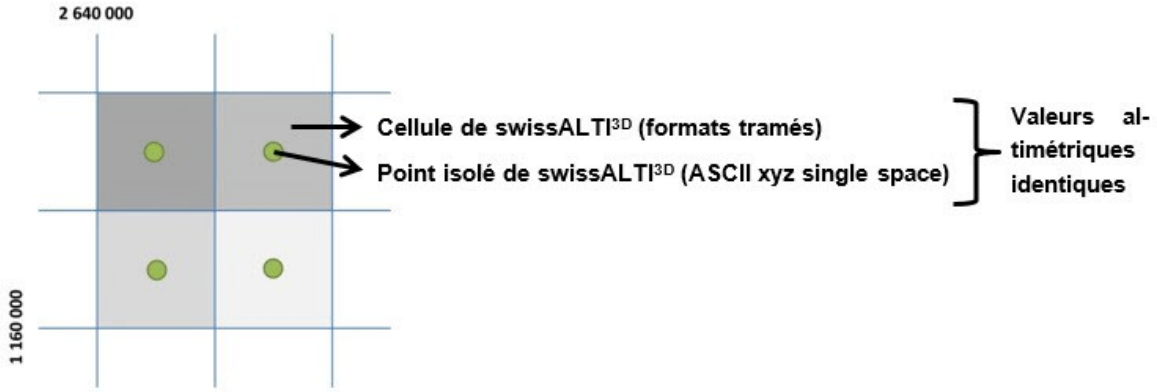



**Figure 4: Comparaison entre la représentation tramée et celle par points**

## 1.6 Résolution et volumes de données

swissALTI$^{3D}$ est proposé sous forme de jeu de données tramées ou de grille de points régulière (fichier xyz) avec des pas de maillage homogènes de 0.5m et 2 m.

La résolution fine de la trame au pas de 0.5 m conduit rapidement à de gros volumes de données. Si les exigences à satisfaire au niveau de la résolution sont moins élevées, les utilisateurs peuvent se tourner vers le jeux de données au maillage moins serré (MNT au pas de 2 m) qui est aussi moins volumineux. Le tableau 1 présente le volume du jeu de données complet pour chacun des différents formats de swissALTI$^{3D}$ et pour chacune des trois résolutions proposées.

**Tableau 1: Volume du jeu de données complet de swissALTI$^{3D}$, en fonction du format et de la résolution**

| Résolution au sol | Volume (jeu de données complet), selon le format | |
|---|---|---|
| | GeoTIFF | ASCII XYZ |
| 50cm | 800 Go | 5 To |
| 2m | 50.5 Go | 308 Go |

## 1.7 Système de coordonnées

swissALTI$^{3D}$ est proposé en standard dans le système de coordonnées MN95 NF02. La mise à disposition dans d'autres systèmes de référence est examinée sur demande.

Des informations détaillées portant sur le système de référence sont disponibles sur le site Internet de swisstopo (à la rubrique Connaissances et faits > Mensuration / Géodésie > Systèmes de référence géodésiques).

## 1.8 Champs d'application

Les possibilités d'utilisation de swissALTI$^{3D}$ sont multiples. Ce MNT constitue un support idéal pour aborder un large éventail de questions. Il peut notamment servir:

- de jeu de données altimétriques de base dans un système d'information géographique (SIG)
- de base pour l'orthorectification de photos aériennes et d'images satellite
- de base pour des visualisations en 3D, des simulations ou des calculs de modèles
- de base pour des analyses de visibilité et de propagation (rayonnements, bruit, etc.)
- de base pour des analyses du relief et des produits dérivés (dont l'inclinaison des pentes, l'exposition, l'estompage du relief, les ombres portées, les analyses de visibilité, les courbes de niveau étendues au pays entier)
- de base pour la surveillance du terrain et la cartographie à toutes les altitudes
- d'instrument de planification dans les domaines de l'aménagement du territoire, de la mobilité, des télécommunications, des risques naturels et de la gestion forestière.

## 1.9 Mise à jour et publication

Les mises à jour sont réalisées par voie photogrammétrique, sur la base de photos aériennes actuelles de swisstopo et selon un cycle de 6 ans. Ainsi, ⅙ du territoire couvert par le produit est actualisé chaque année. Deux nouvelles éditions (versions) de swissALTI$^{3D}$ paraissent tous les ans. Il est renvoyé aux informations de mise à jour publiées annuellement pour des indications plus précises relatives aux différentes éditions (www.swisstopo.ch à la rubrique Géodonnées et applications > Modèles d'altitude > swissALTI3D > Informations complémentaires > Documents > Information sur la mise à jour).

# 2 Obtention des données

## 2.1 Renseignements et commande

swissALTI$^{3D}$ peut être commandé de manière facile en ligne swissALTI3D (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) se tient à votre entière disposition.

## 2.2 Prix

swissALTI$^{3D}$ 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 swissALTI$^{3D}$ 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 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.

# 3 Production

## 3.1 Contexte de départ

Prédécesseur de swissALTI$^{3D}$, le MNT25 est utilisé depuis 1999. Ce modèle altimétrique à couverture territoriale complète a été déduit en son temps des courbes de niveau numérisées de la carte nationale au 1:25 000 et proposé avec un pas de maillage de 25 m. Il n'a fait l'objet d'aucune mise à jour. Avec swissALTI$^{3D}$, c'est donc un nouveau MNT qui a été créé, offrant non seulement une meilleure résolution et couvrant intégralement le territoire national avec une qualité homogène, mais pouvant surtout être systématiquement mis à jour.

## 3.2 Données de base et processus de production

### 3.2.1 Environnement de production

C'est en parachevant la constitution de swissALTI$^{3D}$ en juin 2008 que swisstopo a changé ses méthodes de production de MNT. Si le MNT25 était basé sur la carte nationale, swissALTI$^{3D}$ s'appuie principalement sur la photogrammétrie numérique, laquelle joue un rôle central dans le processus de sa production qui repose aussi sur des mesures laser. Pour modéliser le relief tourmenté de la Suisse, swisstopo utilise toutes les caractéristiques que présente une infrastructure de production moderne. L'environnement «TopGIS» permet ainsi de recourir à différentes méthodes de production issues des domaines des SIG et de la photogrammmétrie, de combiner et d'intégrer des données de provenances diverses ou encore de stocker de gros volumes de données dans une banque de données centrale. La possibilité offerte de réunir en souplesse des données existantes et d'autres nouvellement saisies a produit un double effet, puisqu'elle a créé les conditions propices à une mise à jour régulière du produit swissALTI$^{3D}$ tout en améliorant considérablement sa qualité d'ensemble.

### 3.2.2 Données laser

Entre 2000 et 2007, la surface de la Suisse et de la Principauté du Liechtenstein a été balayée par un scanner laser jusqu'à une altitude de 2000 m. Le produit MNT-MO en a résulté. Les données altimétriques issues de cette campagne de mesures aéroportées ont servi de base de modélisation pour swissALTI$^{3D}$ dans les zones où l'altitude est inférieure à 2000 m. Depuis 2017, les données laser désormais obsolètes sont remplacées progressivement par d'autres plus récentes qui sont intégrées dans le produit swissALTI$^{3D}$. Le nouveau relevé s'effectue sur l'ensemble de la surface et sera terminé en 2023. Reposant sur des données très précises, le MNT affiche par conséquent une précision de 10 cm en altimétrie et 20 cm en planimétrie.

### 3.2.3 Stéréocorrélation

Les données laser ne couvrent pas encore toutes les régions au-delà d'une altitude de 2000 m. C'est pourquoi swisstopo a dû générer de nouvelles données altimétriques pour ces régions de l'espace alpin et préalpin. La méthode de la stéréocorrélation a permis d'obtenir automatiquement des valeurs altimétriques à l'aide de couples de clichés en recouvrement. Ces valeurs ont ensuite été intégrées dans une grille régulière au pas de 50 cm, constituant ainsi le MNT au-delà de l'altitude de 2000 m. D'une précision de ±1 à 3 m, il fait partie intégrante du produit swissALTI$^{3D}$.

### 3.2.4 Photos aériennes

La stéréocorrélation est toujours effectuée avec les bandes de photos aériennes les plus récentes enregistrées par la caméra numérique ADS de swisstopo. Pour que cette méthode puisse être mise en œuvre, il faut disposer de photos aériennes des mêmes zones prises sous des angles différents et présentant un recouvrement latéral suffisant. Les photos aériennes utilisées présentent les caractéristiques suivantes:

- GSD=25 cm (espace alpin et préalpin), GSD=10 cm (autre secteurs et lignes dans les vallées)
- Recouvrement latéral d'environ 50%
- Angles de prise de vue de -10° et 14°
- 16 bits
- Infrarouge couleur (CIR)

### 3.2.5 Mesures stéréoscopiques manuelles

Les photos aériennes décrites au paragraphe 3.2.4 sont également requises pour effectuer les mesures altimétriques (en 3D) stéréoscopiques manuelles. Avec cette méthode photogrammétrique, les opérateurs complètent ou améliorent les données existantes en introduisant des points supplémentaires ou des lignes de rupture ou en excluant des surfaces. De telles mesures manuelles en 3D sont entreprises lors de mises à jour (cf. § 3.3), d'opérations visant à améliorer globalement les données d'origine ou si des données de base font défaut. La présence de lacunes ou de données erronées au terme de la stéréocorrélation s'explique principalement par les conditions qui prévalaient lors de la prise de vues. Deux options sont possibles: soit ces conditions étaient défavorables, soit elles divergeaient trop fortement. A titre d'exemples, on peut citer des photos surexposées, la présence d'ombres, de nuages ou de végétation au-dessus de 2000 m, des dates de prise de vues différentes ou la transition entre les données laser et celles issues de la stéréocorrélation. La précision des données provenant de mesures stéréoscopiques est de l'ordre de 10 cm à 50 cm.

### 3.2.6 Des données vectorielles brutes au modèle tramé

Les données de base saisies par des voies différentes sont stockées sous forme de données vectorielles dans une banque de données centrale. Il s'agit de nuages de points issus de mesures laser, de nuages de points obtenus par stéréocorrélation, de nuages de points résultant de mesures stéréoscopiques manuelles et de lignes de rupture ou de surfaces exclues saisies manuellement. Un réseau de triangles irrégulier (ou TIN, Triangulated Irregular Network) est ensuite calculé à partir de ces éléments disponibles sous forme vectorielle. La transformation du TIN dans le modèle tramé souhaité est finalement réalisée au moyen d'une interpolation linéaire.

L'interpolation est une modélisation de la réalité et est tributaire d'algorithmes qui peuvent changer au cours du temps. Ainsi, des différences entre les années, les formats et les périmètres désirés sont possibles également là où il n'y a pas de changements dans le terrain. Elles sont néanmoins largement en-dessous de la précision garantie pour swissALTI$^{3D}$.

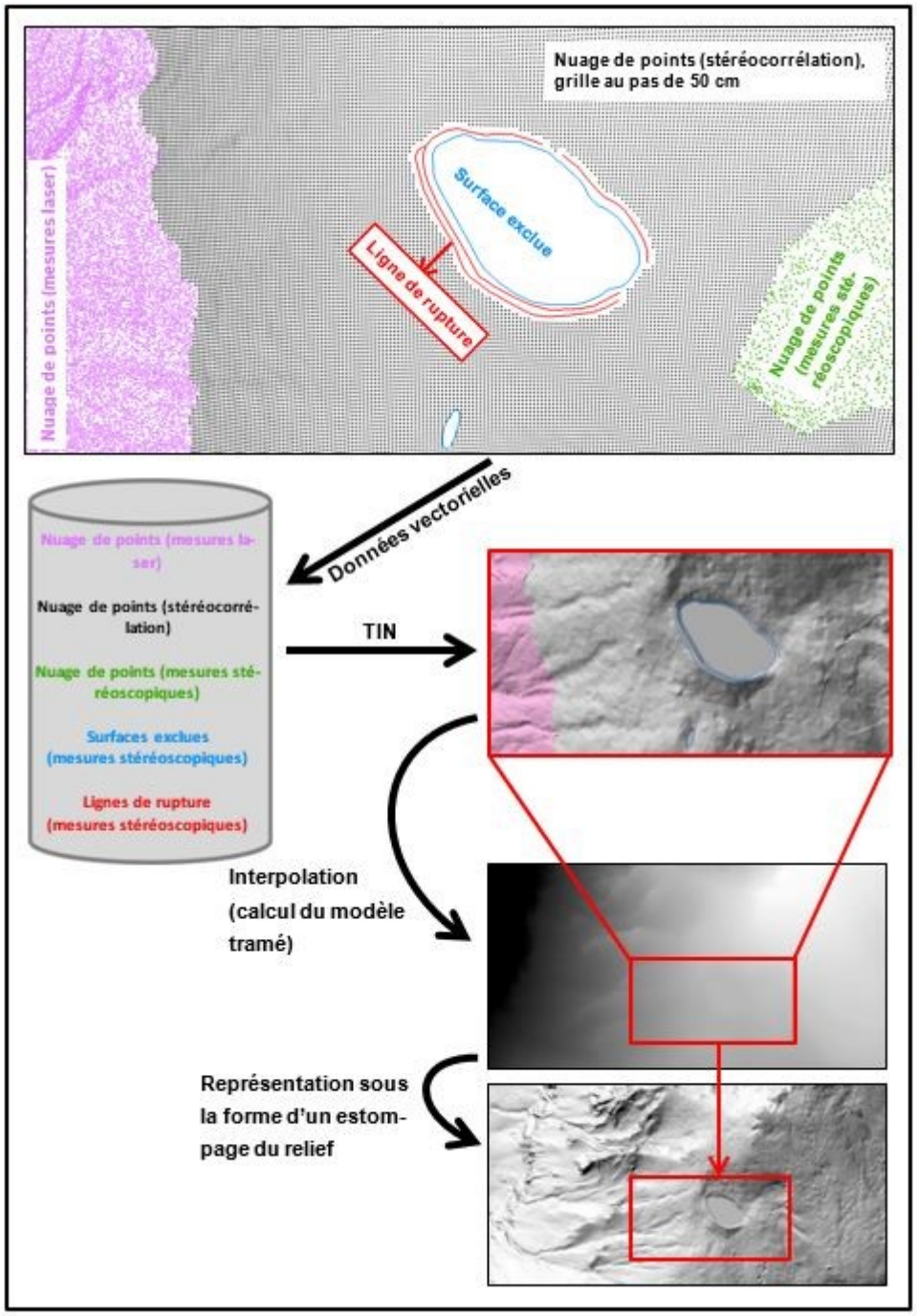



Figure 5: schéma de production swissALTI3D

## 3.3 Mise à jour

### 3.3.1 Mode opératoire

Les modifications du terrain peuvent être régulièrement mises à jour ou des améliorations fondamentales peuvent être apportées aux données existantes sur la base de photos aériennes actuelles. La mise à jour est entièrement réalisée en combinant des mesures automatiques effectuées par stéréocorrélation (détermination automatique de nouveaux points de masse sur des surfaces ouvertes) à des mesures stéréoscopiques manuelles (suppression de points, mesure de nouveaux points, de lignes de rupture, etc.). Les modifications du paysage sont généralement dues à la construction d'infrastructures et de bâtiments, à l'extension de zones d'extraction de matériaux ou de décharges publiques, à des projets de revitalisation ou résultent de phénomènes naturels tels que des éboulements, des glissements de terrain ou le changement de tracé de cours d'eau.

### 3.3.2 Critères de mise à jour

La mise à jour de swissALTI$^{3D}$ est entreprise en tenant compte des critères suivants:

- Seules les modifications entraînant des écarts altimétriques excédant 50 cm sont actualisées.
- L'homogénéité du jeu de données doit être accrue. La modélisation du MNT autour des ponts est par exemple améliorée à cette fin. Dans le cas des lacs, une nouvelle ligne de rupture est saisie pour définir le contour externe de la surface exclue. Cette ligne de rupture n'est pas forcément définie au niveau du plan d'eau, mais à celui de la limite de la végétation et n'est plus adaptée ensuite dans une optique de compatibilité avec les autres données du MTP.
- Lorsque c'est possible, des adaptations supplémentaires des données d'origine sont entreprises parallèlement aux travaux d'actualisation (pour corriger d'éventuelles erreurs décelées dans les données de base).
- Aucune adaptation n'est entreprise en présence de modifications continuelles (cas par exemple de tracés de cours d'eau variant en permanence).

### 3.3.3 Photos aériennes

Les photos aériennes requises pour les travaux de mise à jour ne présentent pas une résolution au sol (GSD) homogène sur l'ensemble de la zone de traitement. Dans l'espace alpin et préalpin, la résolution au sol des photos aériennes disponibles est de 25 cm. Sur le reste du territoire et pour certaines lignes de vol dans les vallées, les photos aériennes pouvant être utilisées ont une résolution au sol de 10 cm. Il est impossible d'obtenir une précision homogène des données sur l'intégralité de la zone couverte en raison des différences d'échelles entre les clichés. En principe, la précision est d'autant meilleure que la résolution des prises de vues aériennes est élevée.

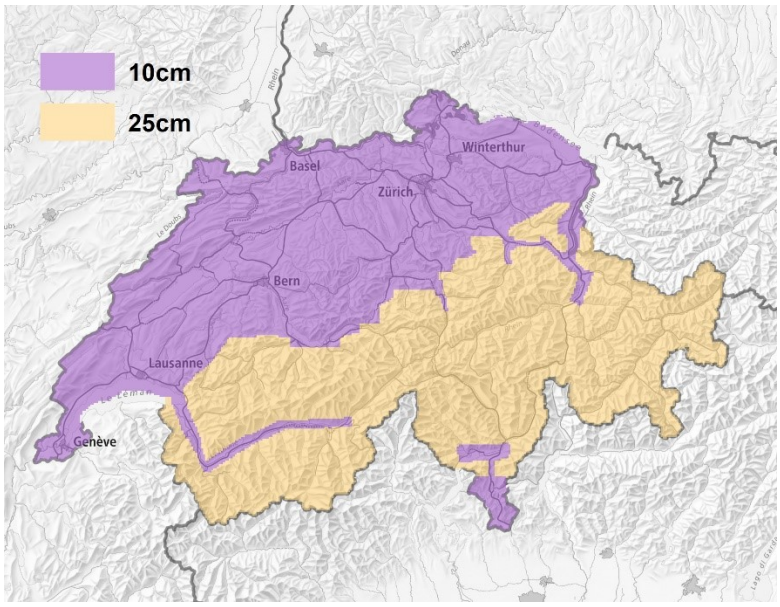



**Figure 6: La résolution au sol des prises de vues aériennes disponibles.**

### 3.3.4 Chronologie du processus d'une mise à jour

Le processus de mise à jour se compose pour l'essentiel de mesures manuelles, de contrôles, et de travaux de traitement. C'est la raison pour laquelle il faut compter un délai d'environ deux ans entre le vol photographique et la publication finale des données actualisées. Lorsqu'il est prêt à être diffusé, un nouveau bloc s'appuie par conséquent sur les informations saisies près de deux ans auparavant.

**Tableau 2: Chronologie du processus d'une mise à jour**

| | Année x | | | | Année x + 1 | | | | Année x + 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 |
| Vol photographique, saisie des infos | | | | | | | | | | |
| Processus de traitement divers | | | | | | | | | | |
| Publication des données actualisées | | | | | | | | | | |

### 3.3.5 Planification

Les travaux de mise à jour de swissALTI$^{3D}$ sont toujours coordonnés avec la mise à jour complète du modèle topographique du paysage (MTP). L'actualisation concerne chaque année ⅙ du territoire couvert par le produit. La figure 7 présente les vols planifiés pour la réalisation des prises de vues aériennes. Les données mises à jour de swissALTI$^{3D}$ sont proposées tous les ans au sein d'une nouvelle édition. Nous renvoyons le lecteur aux informations de mise à jour paraissant annuellement pour des indications plus précises relatives aux différentes éditions (versions) de swissALTI$^{3D}$ (www.swisstopo.ch à la rubrique Géodonnées et applications > Modèles d'altitude > swissALTI3D > Informations complémentaires > Documents > Information sur la mise à jour).

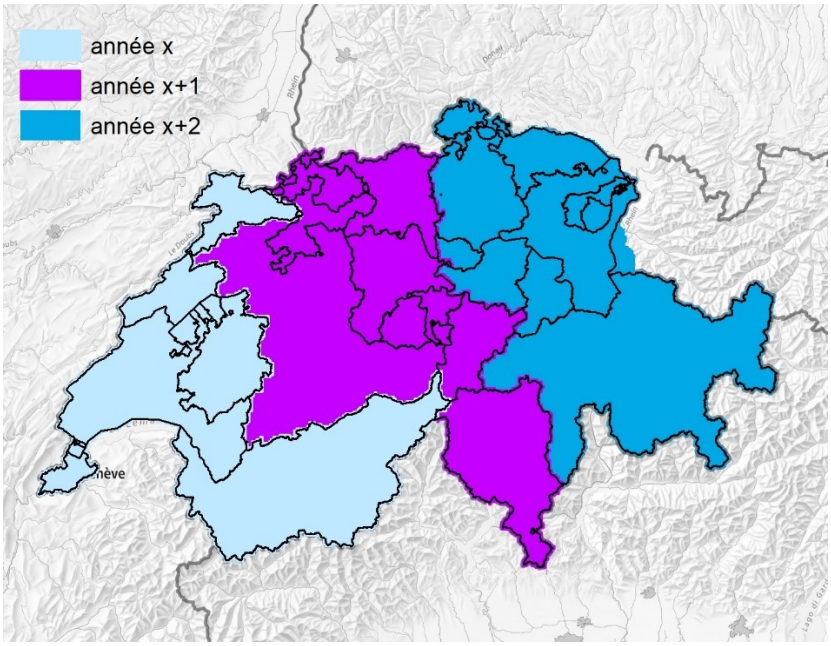



**Figure 7: Planification des prises de vues aériennes pour les blocs de mise à jour.**

### 3.3.7 Exemples de mises à jour

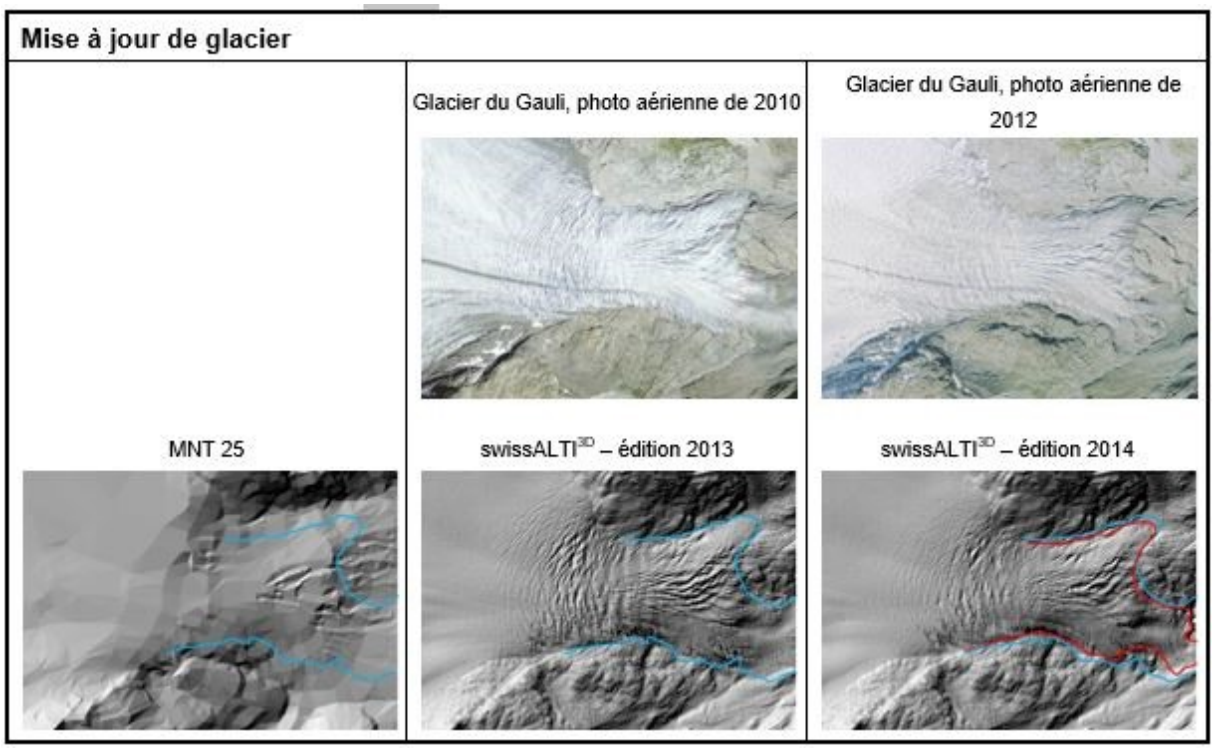



Figure 8: Exemple de mise à jour d'un glacier. La ligne bleue (resp. rouge) indique l'extension du glacier en 2010 (resp. 2012).

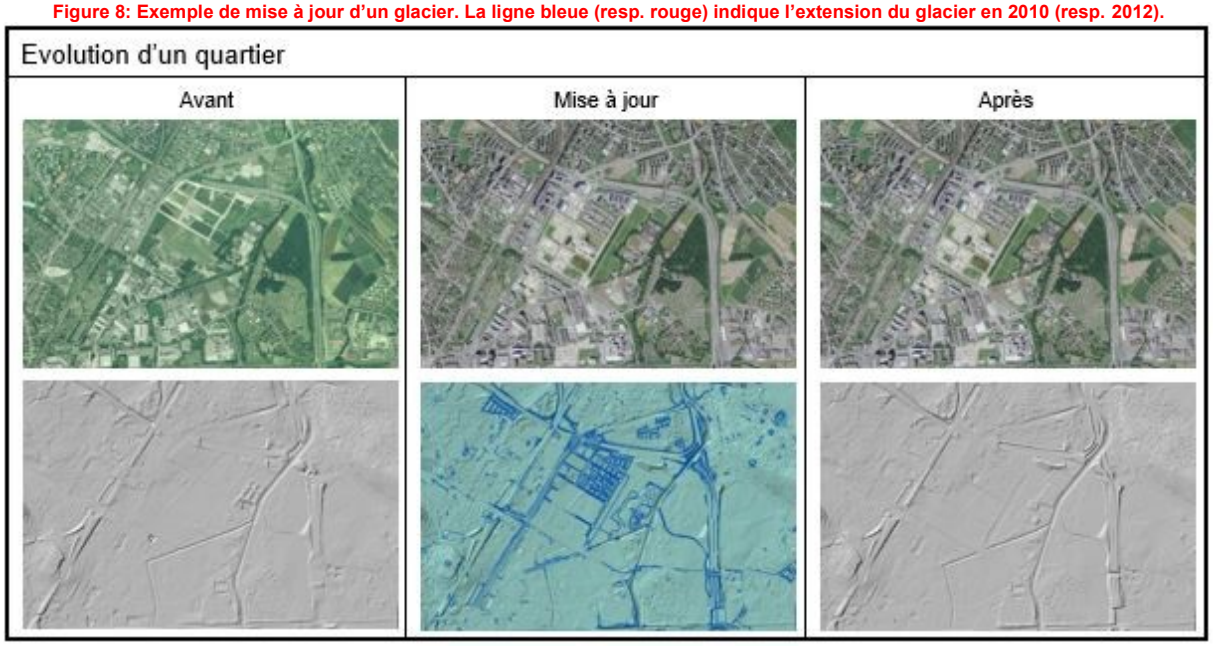



Figure 9: Exemple de mise à jour dans des zones nouvellement bâties.

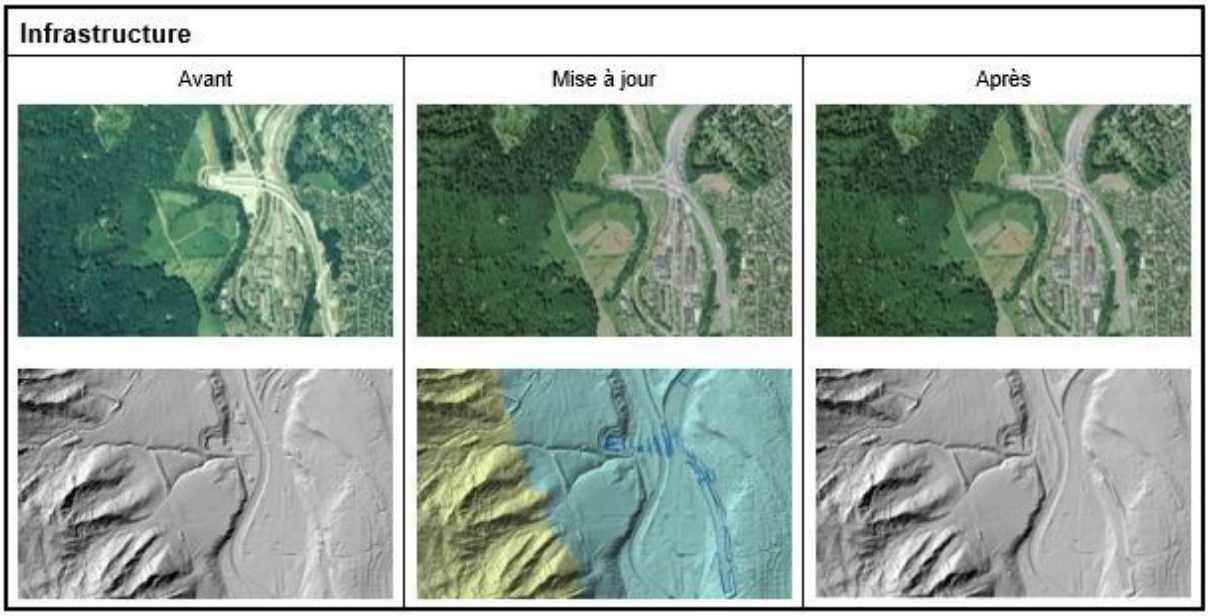



Figure 10: Actualisation au terme de la réalisation d'une nouvelle infrastructure autoroutière

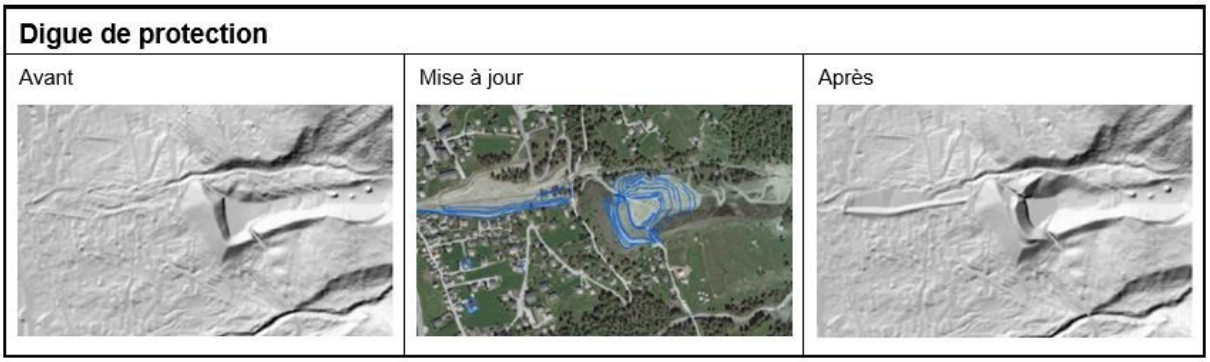



Figure 11: Exemple de mise à jour à proximité d'un site d'extraction de gravier.

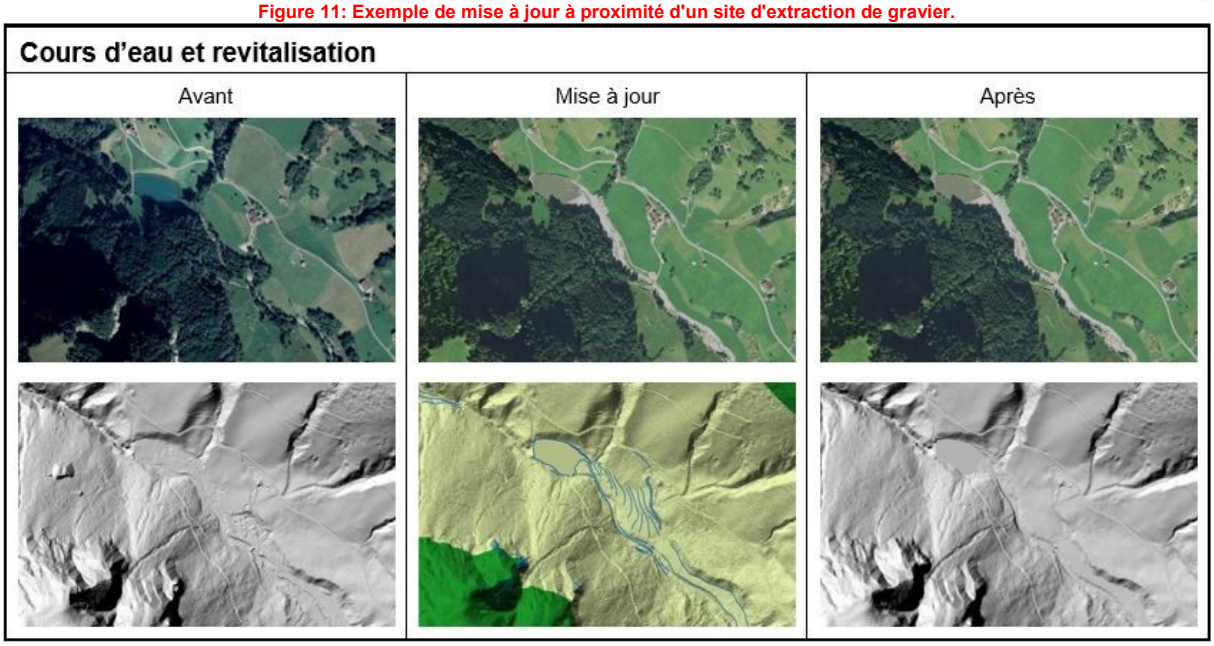



Figure 12: Mise à jour dans une zone de revitalisation et amélioration des données aux abords du cours d'eau.

# 4 Limites rencontrées lors de la modélisation de swissALTI$^{3D}$

Avec swissALTI$^{3D}$, swisstopo propose un produit qui se caractérise par sa qualité élevée et sa mise à jour systématique. Les méthodes de production à base laser et photogrammétriques se heurtent toutefois à certaines limites. Il n'est pas toujours possible de garantir un MNT du niveau de qualité habituel dans les cas de figure suivants.

### Végétation au-dessus de 2000 m

Comme cela a été décrit au paragraphe 3.2.6, aucune des données de base usuelles n'est disponible pour toutes les zones boisées situées au-delà de 2000m. Des mesures laser n'ont pas encore été faites partout à cette altitude et la présence de la forêt empêche l'acquisition de points par stéréocorrélation ou l'exécution de mesures stéréoscopiques. Les lacunes apparaissant dans les données ont été comblées avec le MNT25, plus ancien et moins précis.

### Dates de prises de vues différentes

Des dates de prise de vues différentes des clichés peuvent provoquer des écarts visibles au niveau de la transition entre les photos aériennes. Ils peuvent être marqués dans des zones où la hauteur du manteau neigeux peut varier très fortement en l'espace de très peu de temps. Des divergences peuvent aussi apparaître aux limites des blocs, du fait des mises à jour périodiques effectuées tous les six ans. Exemple: si la limite d'un bloc passe par une zone de glissement ou d'éboulement très étendue, il est parfaitement imaginable que les modifications enregistrées sur le terrain aient été adaptées d'un côté de la limite, sur la base des mises à jour réalisées à l'aide de photos aériennes récentes, alors que l'actualisation de l'autre côté n'interviendra que plus tard. D'où un hiatus.

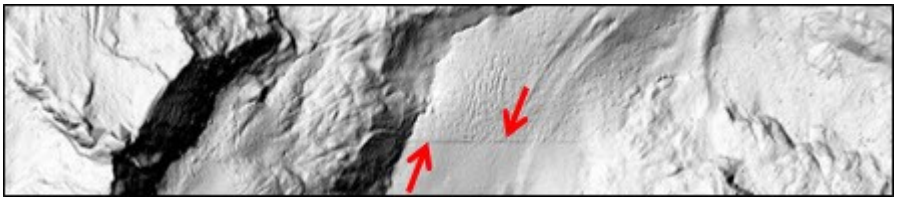


Figure 13: Hauteurs de neige différentes du fait de photos prises à des dates différentes.

### Mises à jour dans des zones boisées

En forêt, il est presque impossible de modéliser le sol à l'aide de méthodes photogrammétriques, alors que les mesures laser le permettent. Ainsi, les modifications intervenant en sous-bois (comme le tracé d'un nouveau chemin) ne peuvent pas toujours être mises à jour ou le sont avec difficulté.

### Modélisation des cours d'eau

Que ce soit à l'aide de mesures laser ou au moyen de méthodes photogrammétriques, il n'est pas toujours possible de modéliser les cours d'eau avec précision, du fait des modifications incessantes auxquelles ils sont soumis. Ainsi, des tracés et des niveaux en perpétuel changement, des ruisseaux et des rivières partiellement couverts par la végétation ou des écarts au niveau du trajet parcouru par les rayons laser dans l'eau selon leur angle d'incidence conduisent à des résultats imprécis lors de la génération du MNT.

Figure 14: Problèmes de modélisation aux abords des cours d'eau.

# 5 Evolution de swissALTI$^{3D}$

Deux nouvelles versions de swissALTI$^{3D}$ paraissent chaque année avec des données actualisées. Des informations détaillées relatives aux travaux effectués, aux extensions réalisées et à l'état des données accompagnent chaque nouvelle édition du produit.

Informations de mise à jour:
www.swisstopo.ch à la rubrique Géodonnées et applications > Modèles d'altitude > swissALTI3D > Informations complémentaires > Documents > Information sur la mise à jour.