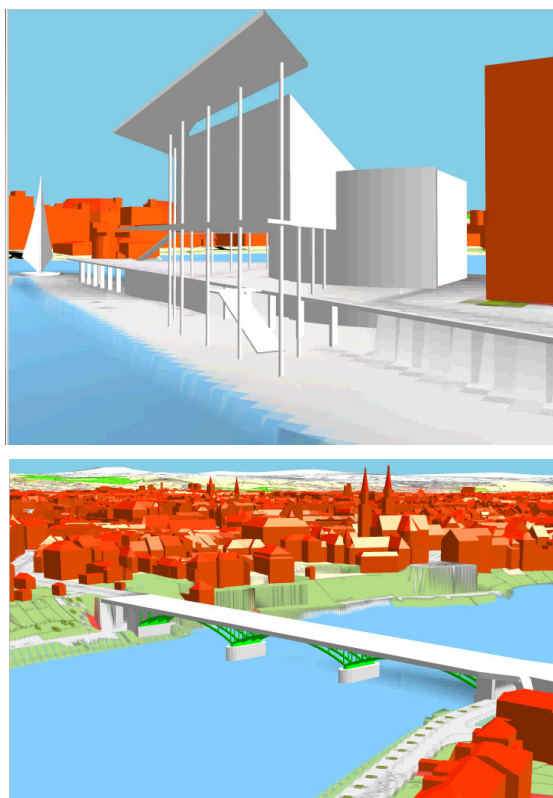


# RECOMMANDATION

## Modélisation en 3D dans la mensuration officielle Couche d'information des objets divers en 3 dimensions (OD\_3D)

du 5 juin 2008



Les présentes recommandations ont été élaborées par un groupe de travail de la CSCC et de la Direction fédérale des mensurations cadastrales (D+M), ont été visées par la commission technique de la CSCC et la D+M puis adoptées par le comité directeur de la CSCC en date du 19 juin 2008.

Le groupe de travail se composait des membres suivants :

- Walter Meier (BS, présidence)
- Robert Balanche (D+M)
- Michael Boller (TG)
- Emanuel Schmassmann (swisstopo)
- Bruno Wirth (entreprise Darnuzer)

## Table des matières

|          |                                                                                         |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Situation initiale</b>                                                               | <b>4</b>  |
| 1.1      | Importance stratégique                                                                  | 4         |
| 1.2      | Situation actuelle                                                                      | 4         |
| 1.3      | Démarche préconisée                                                                     | 4         |
| 1.4      | Quelles sont les conditions requises pour l'intégration de la couche OD_3D dans la MO ? | 4         |
| <b>2</b> | <b>Introduction</b>                                                                     | <b>5</b>  |
| 2.1      | Mandat                                                                                  | 5         |
| 2.2      | Objectifs visés                                                                         | 5         |
| 2.3      | Catalogue et modèle de données des couches OD_3D et AL                                  | 5         |
| 2.4      | Degré de spécification de la couche OD_3D                                               | 5         |
| 2.5      | Réalisation de la couche OD_3D                                                          | 6         |
| 2.6      | Financement                                                                             | 6         |
| 2.6.1    | Echelons de la Confédération, du canton et de la commune                                | 6         |
| 2.6.2    | Echelons des propriétaires fonciers et des utilisateurs                                 | 6         |
| 2.7      | Documents référencés                                                                    | 6         |
| <b>3</b> | <b>Principes de saisie et de modélisation</b>                                           | <b>7</b>  |
| 3.1      | Qualité des données de base                                                             | 7         |
| 3.2      | Mise à profit de synergies lors du levé des données                                     | 7         |
| 3.3      | Stratégie de modélisation en 3D                                                         | 7         |
| 3.3.1    | Génération de produits en 3D à partir des couches en 2D                                 | 7         |
| 3.3.2    | Levé de l'information altimétrique des éléments ponctuels de la couche OD_3D            | 8         |
| 3.3.2.1  | Position altimétrique                                                                   | 8         |
| 3.3.2.2  | Hauteur d'objet                                                                         | 8         |
| 3.3.3    | Levé de l'information altimétrique des éléments linéaires de la couche OD_3D            | 9         |
| 3.3.3.1  | Axes                                                                                    | 9         |
| 3.3.3.2  | Autres éléments linéaires                                                               | 9         |
| 3.3.3.3  | Lignes de séparation entre surfaces en 2D                                               | 9         |
| 3.3.4    | Levé de l'information altimétrique des surfaces des symboles de la couche OD_3D         | 11        |
| 3.3.5    | Levé de l'information altimétrique des éléments surfaciques de la couche OD_3D          | 11        |
| 3.3.6    | Levé des objets volumiques réels de la couche OD_3D                                     | 11        |
| 3.3.6.1  | Objets réels dont la hauteur est inférieure à 50cm                                      | 11        |
| 3.3.6.2  | Objets réels dont la hauteur dépasse 50cm                                               | 12        |
| 3.3.6.3  | Définitions de notions propres aux bâtiments en 3D                                      | 13        |
| 3.3.7    | Levé des surfaces des toits des bâtiments de la couche OD_3D                            | 14        |
| 3.3.8    | Levé des ensembles d'objets de la couche OD_3D                                          | 14        |
| 3.3.9    | Levé de surfaces encore vierges dans la couche AL                                       | 14        |
| 3.3.10   | Levé d'arêtes de détail dans la couche AL                                               | 14        |
| 3.4      | Exigences de précision                                                                  | 14        |
| 3.4.1    | Précision planimétrique                                                                 | 14        |
| 3.4.2    | Précision altimétrique                                                                  | 14        |
| 3.5      | Etablissement de priorités pour le premier relevé                                       | 15        |
| 3.5.1    | Etape 1 A un horizon de 10 à 20 ans                                                     | 15        |
| 3.5.2    | Etape 2 A un horizon d'au moins 15 ans                                                  | 17        |
| 3.5.3    | Différence entre le contenu des données à l'étape 1 et à l'étape 2                      | 18        |
| <b>4</b> | <b>Méthodes</b>                                                                         | <b>18</b> |
| 4.1      | Méthode terrestre                                                                       | 18        |
| 4.2      | Photogrammétrie                                                                         | 19        |

|           |                                                                                      |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3       | Balayage laser aéroporté (airborne laserscanning, LIDAR)                             | 19        |
| 4.4       | Intégration de données                                                               | 19        |
| <b>5</b>  | <b>Adaptation des actes cantonaux et des prescriptions techniques</b>                | <b>19</b> |
| <b>6</b>  | <b>Aptitude à la 3D des SIG de MO et des interfaces de la mensuration officielle</b> | <b>19</b> |
| <b>7</b>  | <b>Déroulement du premier relevé de la couche OD_3D dans le cadre de la MO</b>       | <b>20</b> |
| 7.1       | Travaux préliminaires pour le premier relevé de la couche OD_3D dans le canton       | 20        |
| 7.2       | Concept en matière d'objectifs                                                       | 20        |
| 7.3       | Convention-programme                                                                 | 21        |
| 7.4       | Avant-projet                                                                         | 21        |
| 7.5       | Convention de prestations                                                            | 21        |
| 7.6       | Acquisition de prises de vues aériennes et travaux photogrammétriques                | 22        |
| 7.7       | Travaux terrestres et modélisation du contenu de la couche OD_3D                     | 22        |
| 7.8       | Exécution des travaux requis pour le projet                                          | 23        |
| 7.9       | Vérification                                                                         | 23        |
| 7.10      | Travaux de finalisation                                                              | 24        |
| 7.11      | Décompte, approbation et reconnaissance                                              | 24        |
| <b>8</b>  | <b>Mise à jour de la couche OD_3D dans le cadre de la MO</b>                         | <b>24</b> |
| 8.1       | Mise à jour périodique                                                               | 24        |
| 8.2       | Mise à jour permanente                                                               | 24        |
| <b>9</b>  | <b>Solution transitoire concernant la gestion des données de la couche OD_3D</b>     | <b>25</b> |
| <b>10</b> | <b>Utilisation en combinaison avec le MTP et des produits en 3D dérivés</b>          | <b>25</b> |
| <b>11</b> | <b>Mise à disposition des produits en 3D</b>                                         | <b>26</b> |

## 1 Situation initiale

Envisagée du point de vue de la Direction fédérale des mensurations cadastrales (D+M)

### 1.1 Importance stratégique

La stratégie de la mensuration officielle (stratégie de la MO) 2008 – 2011 stipule ce qui suit :

Les domaines d'application de la troisième dimension (3D) sont variés et se multiplieront encore dans le futur (aménagement du territoire, cadastre de bruit, catastrophes écologiques, télécommunication mobile, etc.). Divers modèles urbains en trois dimensions existent déjà aujourd'hui, basés sur les données de la MO. A l'avenir, les systèmes d'information géographique se fonderont toujours plus souvent sur des modèles en 3D. **La MO est naturellement prédestinée pour la mise à disposition des données de base requises pour ces applications tridimensionnelles.**

La stratégie de la MO précise par ailleurs que la D+M considère que l'établissement d'un modèle de données en 3D officiel de la MO revêt de l'importance dans la perspective de l'obtention d'un certain niveau d'homogénéité et de standardisation des futures données en 3D. Dans la stratégie de la MO pour les années 2008 à 2011, la D+M estime également qu'il est important que les travaux en 3D concernant le MTP et ceux relatifs à la MO soient étroitement coordonnés entre eux afin d'éviter les doublons.

En conséquence, la stratégie de la mensuration officielle pour les années 2008 à 2011 prévoit que la mesure suivante soit prise au niveau fédéral : **« Promotion des activités visant à une production de données en 3D en phase avec les besoins exprimés, sur la base d'un modèle de données suisse pour la troisième dimension dans la MO et en coordination avec le MTP. »**

### 1.2 Situation actuelle

Certains cantons tels que ceux de Bâle-Ville ou de Genève sont déjà en passe d'intégrer la troisième dimension dans la mensuration officielle (MO), sous la forme provisoirement **d'extensions cantonales du modèle de données** de la Confédération telles que l'art. 10 de l'Ordonnance sur la mensuration officielle (OMO) les prévoit.

Dans la MO actuelle, la 3<sup>ème</sup> dimension se résume pour l'essentiel au modèle numérique de terrain (MNT) de la couche d'information «altimétrie» (Topic AL) et aux points fixes altimétriques. Aucune couche d'information n'est prévue pour le levé, la saisie et la gestion d'objets en 3D tels que des constructions.

### 1.3 Démarche préconisée

**La 3<sup>ème</sup> dimension doit dans un premier temps être intégrée dans la MO en tant qu'extension cantonale du modèle de données de la Confédération au sens de l'art. 10 OMO.** Il est proposé de s'appuyer sur la couche d'information existante des objets divers (Topic OD) pour le levé, la saisie et la gestion des objets en 3D. L'extension de la couche OD en couche des objets divers en 3 dimensions (Objets\_divers\_3D ou OD\_3D) est réalisée en se fondant sur le mode opératoire adopté pour la formulation d'extensions cantonales du modèle de données. Au niveau de la banque de données, la couche OD est remplacée par la couche OD\_3D.

### 1.4 Quelles sont les conditions requises pour l'intégration de la couche OD\_3D dans la MO ?

A ce jour, la 3<sup>ème</sup> dimension ne fait pas encore partie de la MO. Les conditions suivantes doivent notamment être remplies à cet effet :

- 1) l'ordonnance du 18 novembre 1992 sur la mensuration officielle (OMO - RS 211.432.2) et l'ordonnance technique du DDPS du 10 juin 1994 sur la mensuration officielle (OTEMO - RS 211.432.21) doivent être adaptées et complétées ;
- 2) l'ordonnance de l'Assemblée fédérale du 6 octobre 2006 sur le financement de la mensuration officielle (OFMO – RS 211.432.27) doit être adaptée dans l'optique d'éventuelles contributions fédérales ;
- 3) des moyens supplémentaires doivent être mis à disposition par la Confédération au profit de la MO.

## **2 Introduction**

### **2.1 Mandat**

Le présent document a été élaboré par le groupe de travail 3D-MO pour le compte de la commission technique de la Conférence des services cantonaux du cadastre (CT CSCC).

Le groupe de travail se composait des membres suivants :

- Walter Meier (BS, présidence)
- Robert Balanche (D+M)
- Michael Boller (TG)
- Emanuel Schmassmann (swisstopo)
- Bruno Wirth (entreprise Darnuzer)

Le mandat confié par la CT CSCC au groupe de travail est défini dans les cahiers des charges du 3 juin 2003 (étape 1) et du 2 septembre 2004 (étape 2).

Le CT CSCC a mandaté le groupe de travail pour apporter un soutien technique et suivre des projets pilotes de 3D à Genève, Thoun et Bettingen. Les enseignements tirés de ces projets sont venus enrichir le présent document.

### **2.2 Objectifs visés**

Les présentes recommandations poursuivent un triple but :

- exposer et fixer les grandes lignes des méthodes utilisées pour le levé et la mise à jour d'une couche d'information pour la 3<sup>ème</sup> dimension
- un contenant doit ensuite être mis à disposition, au sein duquel la gestion des données tridimensionnelles de ces couches d'information puisse être possible dans la MO
- la préparation automatisée des données doit d'abord être réalisée au sein de programmes spéciaux jusqu'à ce que les producteurs de SIG mettent à disposition des outils destinés au traitement en 3D.

### **2.3 Catalogue et modèle de données des couches OD\_3D et AL**

Le catalogue des données et les modèles de données revus des couches OD\_3D et AL sont disponibles sur le site Internet de swisstopo sous [www.cadastre.ch](http://www.cadastre.ch).

### **2.4 Degré de spécification de la couche OD\_3D**

Le degré de spécification et les principes de modélisation en 3D de la couche OD\_3D sont définis dans les recommandations de la CSCC sur le degré de spécification en MO pour la couche d'information des objets divers en 3D (degré de spécification OD\_3D). Ces recommandations sont disponibles sur le site Internet de la CSCC à l'adresse [www.kkva.ch](http://www.kkva.ch). Elles se fondent sur les deux directives de la CSCC portant

sur le degré de spécification en mensuration officielle pour les couches d'information de la couverture du sol (degré de spécification CS) et des objets divers (degré de spécification OD).

## **2.5 Réalisation de la couche OD\_3D**

La couche OD\_3D peut être réalisée par étapes. Un levé intégral n'est pas non plus impératif à moyen terme. Un besoin est en revanche avéré dans les zones constructibles NT1 (niveau de tolérance 1) et NT2 au sein desquelles les données relatives aux bâtiments, les ponts de même que les escaliers et les murs importants du domaine public devraient être saisis dans un premier temps.

Le groupe de travail recommande le remplacement à long terme de la couche OD par la couche OD\_3D dans les zones NT1 et NT2. La couche OD ne sera plus ensuite mise à disposition que comme un produit dérivé.

Le MTP peut être utilisé dans les zones NT3 à NT5 pour générer la couche OD\_3D.

## **2.6 Financement**

### **2.6.1 Echelons de la Confédération, du canton et de la commune**

Le levé de la couche OD\_3D équivaut à un premier relevé, pour autant qu'elle fasse partie intégrante de la MO. La prise en charge des coûts par la Confédération, le canton et la commune doit donc être prévue en conséquence.

Les travaux ouvrant droit à une contribution fédérale sont définis par la D+M.

### **2.6.2 Echelons des propriétaires fonciers et des utilisateurs**

Le groupe de travail recommande de ne pas faire peser la charge financière sur les propriétaires fonciers. Les coûts devraient principalement être supportés par les utilisateurs directs (administrations publiques, entreprises et exploitants d'installations de communication, fournisseurs de systèmes de navigation, etc.). La décision en matière de financement des coûts relève de la compétence des cantons.

## **2.7 Documents référencés**

*Sources, rapports, documents, informations, voir sous [www.cadastre.ch/3d](http://www.cadastre.ch/3d), [www.kkva.ch](http://www.kkva.ch) → Downloads*

- Cahiers des charges du 3 juin 2003 (étape 1) et du 2 septembre 2004 (étape 2) de la CT CSCC
- Catalogue de données du MD.01-MO-CH, couche des objets divers en 3D (OD\_3D) de janvier 2008
- Directives Degré de spécification en mensuration officielle (CSCC), 2007
- Recommandations Degré de spécification en mensuration officielle (CSCC) accompagnant le présent document relatif à la modélisation en 3D
- Directives sur le degré de spécification pour les objets divers et le degré de spécification pour les objets divers en 3D avec extensions du canton de Bâle-Ville du 23 janvier 2008 (contient des exigences pour les zones NT1)
- Rapport du groupe de travail 3D-MO du 9 juin 2004 au terme de l'étape 1, annexe incluse (regroupant toutes les informations recueillies et les données en 3D disponibles, les besoins des clients en matière de contenu et d'exigences, de méthodes de levé, de coûts de levé et d'utilisation)
- Rapport du groupe de travail 3D-MO du 21 novembre 2007 au terme de l'étape 2
- Rapport final du projet pilote de 3D de Genève (expériences acquises avec les données LIDAR d'une résolution de 25cm incluses), Direction cantonale de la mensuration officielle, Laurent Niggeler
- Rapport final du projet pilote de 3D de Thoune, Dütchler & Nägeli, Thoune, Peter Dütchler

- Rapport final du projet pilote de 3D de Bettingen, annexe incluse (exigences cantonales et directives de levé pour le photogrammètre / descriptif des processus de levé cantonaux / instructions cantonales pour l'exécution et la documentation des travaux de terrain pour la 3D comme pour la modélisation de données pour le premier relevé et la mise à jour de la couche OD\_3D / proposition pour le modèle de données DXF « GeoBat\_3D » y compris les jeux de données INTERLIS), Grundbuch- und Vermessungsamt Basel-Stadt, Walter Meier
- Catalogue des objets et modèle du groupe de travail 3D-MO du 23 mars 2006 (a constitué une base pour les projets pilotes de 3D, non actualisé).
- Modèle de données MD.01-MO-3D-CH et explications concernant la modélisation des données du groupe de travail 3D-MO du 13 février 2006 (a constitué une base pour les projets pilotes de 3D, non actualisé).
- Rapport d'expert de l'EPFZ, Andreas Morf ; proposition d'extension d'Interlis / spécification : types de données pour la modélisation de surfaces en 3D, 6 septembre 2005.
- Page titre et diverses autres illustrations : extraits du modèle urbain en 3D de Bâle-Ville
- Diverses illustrations : extraits des directives de la CSCC « Degré de spécification OD » et des recommandations de la CSCC « Degré de spécification OD\_3D »

### **3 Principes de saisie et de modélisation**

#### **3.1 Qualité des données de base**

Il devrait être garanti, avant la saisie de la couche OD\_3D, que les données de la MO sont disponibles dans le respect du modèle de données MD.01-MO-CH, version 24, et ont été homogénéisées conformément aux directives de la CSCC « Degré de spécification CS » et « Degré de spécification OD ». Un surcroît de travail inutile peut être évité en procédant ainsi.

#### **3.2 Mise à profit de synergies lors du levé des données**

La combinaison du premier relevé de la couche OD\_3D avec une mise à jour périodique (MPD) a fait ses preuves dans le cadre du projet pilote de Bettingen. Sur le terrain, le fort potentiel de synergies conduit à des économies substantielles.

#### **3.3 Stratégie de modélisation en 3D**

Seules les couches OD et AL sont concernées par la modélisation en 3D. La gestion de toutes les autres couches du modèle de données MD.01-MO-CH version 24 reste inchangée et en deux dimensions.

##### **3.3.1 Génération de produits en 3D à partir des couches en 2D**

Les éléments géométriques des couches bidimensionnelles se laissent adapter rapidement et à moindres frais à la troisième dimension, formant ainsi de nouveaux produits en 3D par simple superposition avec le modèle de terrain de la couche AL (modèle numérique de terrain de la couche d'information de l'altimétrie de la MO = MNT-MO). La mise à jour est réalisée par une nouvelle génération fondée sur des données en 2D réactualisées.

### Exemple concret 1



Extrait du modèle urbain en 3D de Bâle-Ville :

Surface de la chaussée, trottoirs, rabatteurs, îlots issus de la couche CS -> adaptation à la troisième dimension par superposition du MNT-MO.

Arbres issus de la couche OD -> 3D : symbole en 3D avec point de base sur le MNT-MO.

### Exemple concret 2



Bosquet champêtre (traitement analogue à celui de la forêt)

A gauche : photo de l'état réel -

A droite : modèle urbain en 3D (BS)

3D : élément surfacique

tridimensionnel fermé dont la

polygone de définition court sur la

surface du MNT-MO - Illustration ->

élément surfacique remplacé par divers symboles en 3D.

## 3.3.2 Levé de l'information altimétrique des éléments ponctuels de la couche OD\_3D

### 3.3.2.1 Position altimétrique

La position altimétrique des éléments ponctuels est déterminée ainsi :

- *Premier relevé* : la position altimétrique des éléments ponctuels est obtenue par superposition du MNT-MO.

- *Mise à jour* : les éléments ponctuels sont directement mesurés dans l'espace.

Exemple



Arbre isolé important

Rouge = Point de référence au centre de l'objet

3D : symbole avec point de référence au niveau du terrain, au milieu du tronc.

### 3.3.2.2 Hauteur d'objet

La hauteur d'objet des éléments ponctuels est déterminée ainsi :

- *Premier relevé* : la hauteur d'objet est saisie via une valeur standard propre à chaque genre d'objet. Le genre mat\_antenne constitue une exception, la hauteur effective des objets étant saisie dans ce cas.

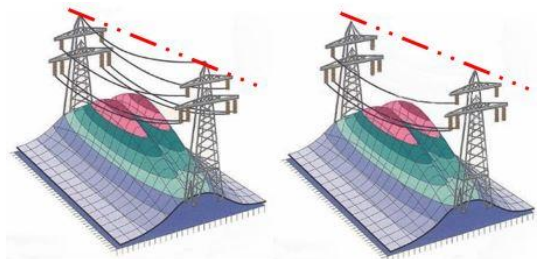
- *Mise à jour* : les hauteurs d'objets sont saisies comme pour le premier relevé.

### 3.3.3 Levé de l'information altimétrique des éléments linéaires de la couche OD\_3D

#### 3.3.3.1 Axes

Les éléments linéaires des objets saisis comme des axes conformément aux recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D » doivent être mesurés à la position altimétrique correspondante.

Exemple



Dans le cas de lignes à haute tension, les axes « possibles » des lignes sont à lever (au contraire des installations ferroviaires). Autrement dit, ce ne sont pas les axes des câbles suspendus effectifs qui sont à lever mais les points centraux des mâts, lesquels servent à définir les axes

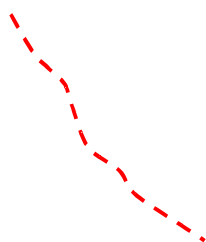
3D : définition des axes dans l'espace via les sommets des mâts

#### 3.3.3.2 Autres éléments linéaires

La position altimétrique des éléments linéaires qui ne sont pas saisis comme des axes conformément aux recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D » et qui ne constituent pas des lignes de séparation entre surfaces en 2D est déterminée ainsi :

- *Premier relevé* : la position altimétrique des éléments linéaires est générée par superposition du MNT-MO.
- *Mise à jour* : les éléments linéaires sont directement mesurés dans l'espace. Les éléments linéaires sont à gérer en plus comme des arêtes de terrain dans la couche AL.

Exemple



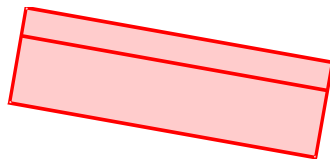
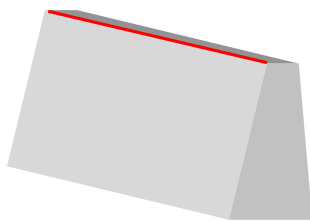
Les sentiers sont représentés comme des éléments linéaires. La saisie des points s'effectue sur le milieu du sentier.

En 3D -> éléments linéaires tridimensionnels courant directement sur la surface du MNT-MO.

#### 3.3.3.3 Lignes de séparation entre surfaces en 2D

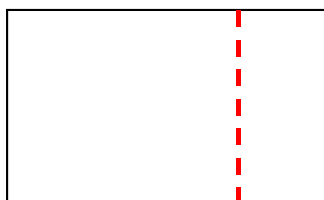
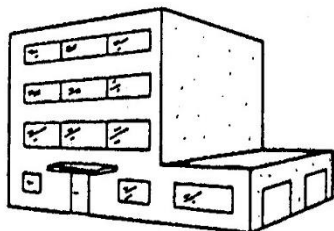
Les éléments linéaires séparant des éléments surfaciques conformément aux recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D » sont adaptés à la troisième dimension en conjonction avec eux.

## Exemple 1

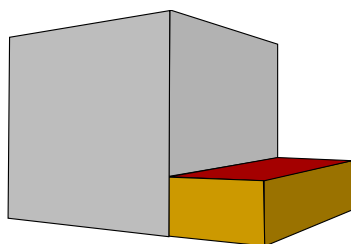


Le contour du mur, fruit compris, est défini comme une surface, la couronne du mur comme une ligne. En NT2 et NT3, le fruit est levé s'il excède 30 cm.  
3D : le mur est modélisé comme un objet surfacique en 3D avec sa hauteur effective ou en se fondant sur le MNT.

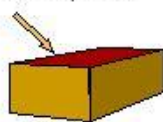
## Exemple 2



Les lignes de contour marquantes définissant l'apparence générale d'un complexe de bâtiments sont toujours à lever.



Affecter l'attribut «objet\_divers\_2D» au mur de séparation



3D : le corps de bâtiment séparé par la ligne OD est saisi comme un objet surfacique en 3D distinct et le genre d'objet bâtiment\_3D lui est affecté.  
L'attribut objet\_divers\_2D est à affecter au mur de séparation.

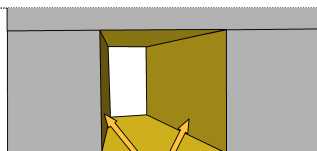
## Exemple 3



## Exemple 4

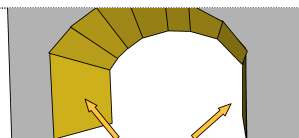


3D : le genre d'objet pont\_passerelle est affecté aux éléments surfaciques du passage inférieur.



Vertikale Innenwandflächen mit '2D-Darstellung' attributieren

Affecter l'attribut représentation\_2D aux murs intérieurs verticaux



Vertikale Innenwandflächen mit '2D-Darstellung' attributieren.  
DTM-AV ersetzt Bodenfläche

Affecter l'attribut representation\_2D aux murs intérieurs verticaux.  
Le MNT-MO remplace la surface au sol.

Les éléments linéaires du genre d'objet autre\_corps\_de\_batiment séparant des surfaces au sein de la projection horizontale d'un bâtiment de même que ceux du genre tunnel\_passage\_inferieur\_galerie délimitant des passages inférieurs sont convertis en éléments surfaciques verticaux durant la modélisation

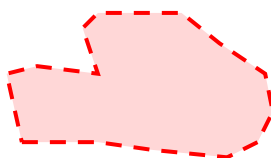
en 3D et affectés au genre d'objet `batiment_3D`, resp. `pont_passerelle`. Afin que le retour dans la couche OD en 2D soit garanti, l'attribut supplémentaire `objet_divers` leur est alloué.

### 3.3.4 Levé de l'information altimétrique des surfaces des symboles de la couche OD\_3D

Dans le cas de surfaces de symboles, la ligne de contour court sur la surface du MNT-MO conformément aux recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D ». La position altimétrique des éléments est déterminée ainsi :

- *Premier relevé* : la position altimétrique des éléments des lignes de contour est générée par superposition du MNT-MO.
- *Mise à jour* : les éléments des lignes de contour sont directement mesurés dans l'espace. Les éléments linéaires sont en plus à gérer comme des arêtes de terrain dans la couche AL.

Exemple



Si les paravalanches sont plus denses ou ne se composent que de montants, les objets sont à lever de manière groupée et à représenter par un élément surfacique.  
3D : la ligne de contour de l'élément surfacique court sur la surface du MNT-MO.

### 3.3.5 Levé de l'information altimétrique des éléments surfaciques de la couche OD\_3D

La position altimétrique des éléments surfaciques tridimensionnels, et impérativement plans, à l'aide desquels les objets volumiques réels sont modélisés conformément aux recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D » est déterminée ainsi :

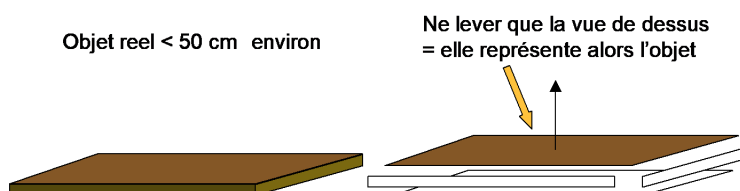
- *Premier relevé* : la position altimétrique d'éléments surfaciques réels horizontaux est déterminée à l'aide d'une cote altimétrique et l'objet OD correspondant est adapté à la troisième dimension en lui adjoignant cette cote. Les éléments surfaciques non horizontaux sont mesurés dans l'espace.
- *Mise à jour* : les éléments surfaciques sont directement mesurés dans l'espace.

### 3.3.6 Levé des objets volumiques réels de la couche OD\_3D

Les objets volumiques réels de la couche OD\_3D sont modélisés à l'aide d'éléments surfaciques tridimensionnels, impérativement plans et orientés ou en tant qu'objets surfaciques en 3D. Des informations détaillées figurent dans les recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D ». La hauteur réelle de l'objet est déterminante pour le genre de modélisation.

#### 3.3.6.1 Objets réels dont la hauteur est inférieure à 50cm

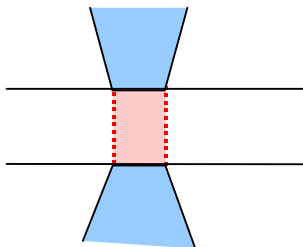
Les objets réels dont la hauteur est inférieure à 50 cm environ sont modélisés au moyen d'éléments surfaciques orientés, tridimensionnels et plans.



A cette catégorie appartiennent entre autres les surfaces des toits, les balcons, etc.

Les objets du genre eau\_canalisée\_souterraine sont aussi à affecter à cette catégorie. Seule la surface de l'eau est saisie les concernant. Les canalisations ne sont pas modélisées.

#### Exemple

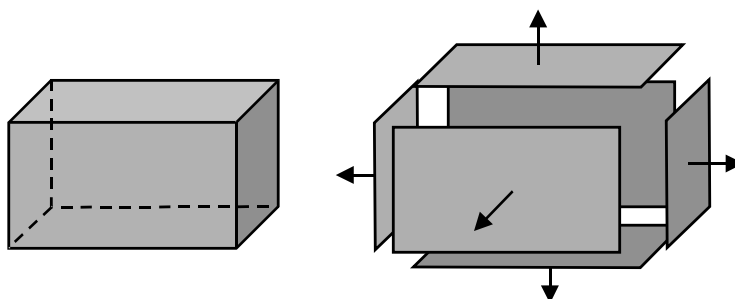


Coulisse souterraine :  
Les franchissements à niveau par exemple de routes, de places, de bâtiments ou en prolongement / complément de cours d'eau de la couverture du sol sont levés.  
3D: élément surfacique tridimensionnel

Le degré de spécification est défini dans les recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D ». La position altimétrique est levée comme dans le cas du paragraphe 2.3.5.

#### 3.3.6.2 Objets réels dont la hauteur dépasse 50cm

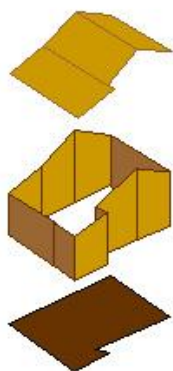
La surface en 3D d'objets réels dont la hauteur excède 50 cm environ est modélisée de façon « imperméable » à l'aide d'éléments surfaciques orientés, tridimensionnels et plans.



A cette catégorie appartiennent entre autres les bâtiments, les murs, les escaliers, les bâtiments souterrains, etc.

Le degré de spécification est défini dans les recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D ». Les éléments surfaciques de l'enveloppe de l'objet (surfaces de la vue de dessus, de la vue principale et de la vue de dessous) et ceux des surfaces intérieures (sol, murs, plafond) sont classés différemment pour la modélisation.

La subdivision d'une enveloppe d'objet est précisée ci-dessous :



Eléments surfaciques de la vue de dessus de l'objet

Eléments surfaciques de la vue principale de l'objet

Eléments surfaciques de la vue de dessous de l'objet

Si les différents éléments surfaciques composant la vue de dessus sont superposés au plan xy, alors la surface ainsi formée recouvre intégralement la surface de la projection horizontale de la couche OD.

La position altimétrique des éléments surfaciques des vues de dessus et de dessous est levée comme dans le cas du paragraphe 2.3.5.

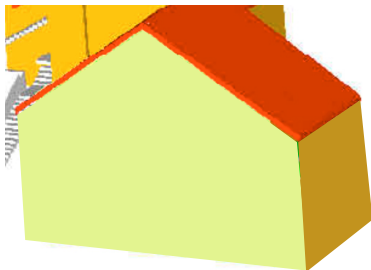
Les éléments surfaciques verticaux de la vue principale sont modélisés à partir de la ligne de contour des surfaces de la vue de dessus et par rapport aux surfaces de la vue de dessous. Si ces dernières ne peuvent pas être levées, la génération des éléments surfaciques de la vue principale se fonde sur le MNT-MO. Il est renoncé à la modélisation des surfaces de la vue de dessous dans cette éventualité.

Dans le cas des bâtiments, les éléments surfaciques peuvent être affectés en option à l'étage adéquat via l'attribut de niveau (domaine de valeurs [-99..99] = numéro d'étage).

### 3.3.6.3 Définitions de notions propres aux bâtiments en 3D

Les éléments des façades des bâtiments en 3D peuvent être générés de diverses manières. Afin que le mode de génération des façades des bâtiments et la qualité associée à cette opération apparaissent clairement, le groupe de travail propose de recourir pour la mensuration officielle aux notions définies ci-dessous :

#### a) mode toit (dans le respect du toit)

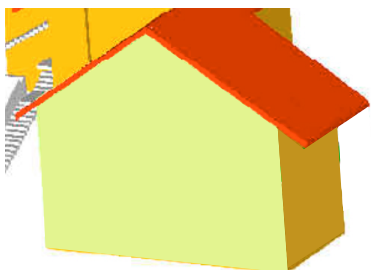


Un bâtiment en 3D est modélisé en mode toit (dans le respect du toit) si les éléments de la façade sont directement générés à partir des lignes de contour en 3D (= lignes des gouttières) des éléments surfaciques du toit principal. En règle générale, les éléments de la façade sont à l'extérieur de la ligne de contour délimitant la surface de la projection horizontale du bâtiment dans la couche de la couverture du sol (CS). Les éléments de la façade sont des surfaces verticales et peuvent se

rapporter au terrain ou à la cote des fondations du bâtiment.

Un bâtiment dont certaines parties sont décalées en hauteur peut présenter plusieurs surfaces de toit principal et donc plusieurs gouttières.

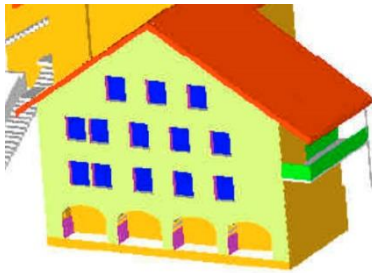
#### b) mode projection (dans le respect de la projection horizontale)



Un bâtiment en 3D est modélisé en mode projection (dans le respect de la projection horizontale) si les éléments de la façade se fondent directement sur sa ligne de contour dans la couche CS. Les éléments de la façade sont des surfaces verticales et peuvent se rapporter au terrain ou à la cote des fondations du bâtiment.

Dans le cas de bâtiments dont certaines parties sont décalées en hauteur, les façades s'élevant en retrait sont générées à partir des éléments linéaires des autres corps de bâtiments de la couche OD ou

à partir des gouttières. Les passages de bâtiments, les verrières et les façades en retrait au niveau du rez-de-chaussée ne sont pas modélisés.

**c) mode façade (dans le respect de la façade)**

Un bâtiment en 3D est modélisé en mode façade (dans le respect de la façade) si les éléments de la façade se basent directement sur sa ligne de contour dans la couche CS et sur celles des autres corps de bâtiment dans la couche OD. Les portes et les fenêtres importantes peuvent y être intégrées. Les éléments de la façade se rapportent à la cote des fondations et/ou aux cotes associées aux autres étages.

Des mesures terrestres complémentaires sont indispensables.

**3.3.7 Levé des surfaces des toits des bâtiments de la couche OD\_3D**

Les éléments surfaciques des toits sont saisis dans une classe d'objets séparée afin que les avancées des toits puissent être reproduites dans la couche OD\_3D.

Les surfaces des toits peuvent être affectées à plusieurs bâtiments dans le but d'éviter une subdivision fictive dans le cas de maisons jumelées ou contiguës. En retour, plusieurs surfaces de toits peuvent aussi être affectées à un seul bâtiment.

Les surfaces de toits sont classées en « toit\_deux\_pans », « toit\_plat » et « autre ». Elles doivent faire l'objet d'un nouveau levé et sont à modéliser par des éléments surfaciques orientés, tridimensionnels et plans.

**3.3.8 Levé des ensembles d'objets de la couche OD\_3D**

Le modèle de données de la couche OD\_3D permet la formation d'ensembles d'objets. Le genre d'objets Genre\_EO garantit par exemple que tous les objets faisant partie d'un bâtiment puissent être regroupés au sein d'un ensemble « Construction ». Des ensembles d'objets ne devraient être saisis que si un tel besoin est établi.

**3.3.9 Levé de surfaces encore vierges dans la couche AL**

Le modèle de données AL a été étendu de façon à permettre la saisie et le classement de surfaces encore vierges afin d'intégrer des accès à des objets souterrains ou des objets tels que des escaliers implantés sur le terrain naturel.

**3.3.10 Levé d'arêtes de détail dans la couche AL**

Le modèle de données de la couche AL a été étendu de telle façon que l'adaptation à des objets divers importants sur le terrain puisse être réalisée de manière ciblée via des arêtes de détail classées.

**3.4 Exigences de précision****3.4.1 Précision planimétrique**

Les exigences en matière de précision planimétrique sont identiques à celles valant pour la couche OD.

**3.4.2 Précision altimétrique**

Les exigences de précision altimétrique absolue indiquées ci-dessous sont déterminantes pour les objets de la couche OD\_3D dont la position altimétrique est redéterminée par des mesures :

|                  |
|------------------|
| NT1 : 10-20 cm   |
| NT2 : 15-30 cm   |
| NT3 : 25-50 cm   |
| NT4 : 50-100 cm  |
| NT5 : 100-200 cm |

Les exigences de précision de la couche AL sont déterminantes lors de l'adaptation d'objets divers en 2D à la troisième dimension par superposition du MNT-MO.

### 3.5 Etablissement de priorités pour le premier relevé

Les besoins actuels se limitent pour l'essentiel à des données tridimensionnelles généralisées relatives aux bâtiments, aux ponts de même qu'aux murs et aux escaliers importants du domaine public. Dans les zones NT3 à NT5, ils peuvent être largement couverts par les données du MTP de swisstopo.

Compte tenu de ce qui précède, le groupe de travail propose de réaliser la couche OD\_3D en 2 étapes.

#### 3.5.1 Etape 1 A un horizon de 10 à 20 ans

Aucune donnée du MTP n'est disponible pour l'heure. Si des données de la MO en 3D sont requises, elles doivent être levées et gérées au niveau cantonal.

**NT4/5 :** pas de levé réalisé en règle générale (mises à disposition à 100% par le MTP à l'avenir).

Au besoin, levé local effectué aux frais de l'utilisateur.

#### **NT3 : Contenu :**

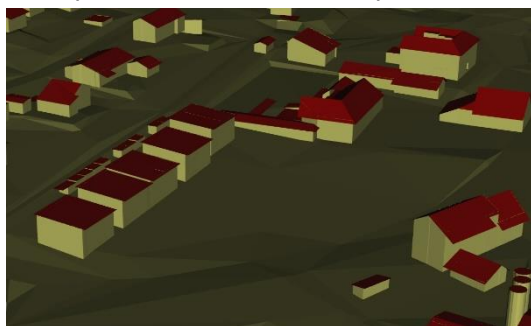
Levé des surfaces des toits et des données des bâtiments en mode projection (dans le respect de la projection horizontale) en se fondant sur le MNT-MO.

Les tabliers supportant les voies de circulation des ponts principaux sont également modélisés.

Les constructions sur les toits et les corps de bâtiments de même que les autres objets divers ne sont pas saisis.

Si un degré de spécification supérieur est localement requis, son obtention et sa mise à jour sont aux frais des utilisateurs.

Exemple Zone NT3 durant l'étape 1



Bâtiments en mode projection

Les autres corps de bâtiments et les constructions sur les toits ne sont pas saisis.

Les autres objets divers ne sont pas saisis, exception faite des ponts principaux.

Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO.

#### **NT3 : Coûts :**

Coût par ha (sans le vol ni les données des clichés), valeur indicative : environ Fr. 12.- par ha (env. 0,25 OD par ha).

Les coûts réels ne peuvent être déterminés qu'en sollicitant des devis. L'expérience montre que cette valeur indicative peut être très largement dépassée.

## NT2 : Contenu :

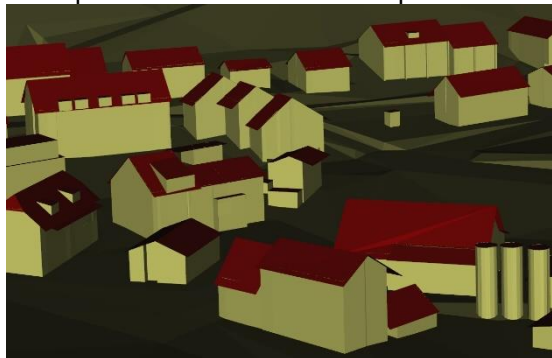
Levé des surfaces des toits et des données des bâtiments en mode projection (dans le respect de la projection horizontale) en se fondant sur le MNT-MO.

Les constructions sur les toits, les tabliers supportant les voies de circulation et les éléments porteurs caractéristiques des ponts sont également modélisés.

Les corps de bâtiments de même que les autres objets divers ne sont pas saisis.

Si un degré de spécification supérieur est localement requis, son obtention et sa mise à jour sont aux frais des utilisateurs.

Exemple 1 Zone NT2 durant l'étape 1



Bâtiments en mode projection avec les constructions sur les toits.

Les autres corps de bâtiments ne sont pas levés.

Les autres objets divers ne sont pas saisis, exception faite des ponts.

Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO.

Ci-contre : extrait de la MO en 3D à Bettingen.

Exemple 2 Zone NT2 durant l'étape 1



Les tabliers et les éléments porteurs caractéristiques sont modélisés pour les ponts principaux.

Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO.

Ci-contre : extrait du jeu des données en 3D du canton de Bâle-Ville. Bâtiments incluant les superstructures. Les autres objets divers ne sont pas modélisés. Des données tramées de la MO sont ici superposées au modèle du terrain.

## NT2 : Coûts :

Coût par ha (sans le vol ni les données des clichés), valeur indicative : environ Fr. 250.- par ha (env. 10 OD par ha).

Les coûts réels ne peuvent être déterminés qu'en sollicitant des devis. L'expérience montre que cette valeur indicative peut être très largement dépassée.

Possibilité de visualisation à partir de bâtiments en mode toit (dans le respect du toit) durant la phase 1 de réalisation



Bâtiments en mode toit.

Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO, avec ici superposition d'une orthophoto.

Ci-contre : extrait du jeu des données en 3D du canton de Bâle-Ville.



Bâtiments en mode toit.

Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO, avec ici superposition de données de la MO.

Il sert de plan de base en 3D supplémentaire dans le canton de Bâle-Ville.

### 3.5.2 Etape 2 A un horizon d'au moins 15 ans

**NT4/5 :** pas de levé réalisé en règle générale (mises à disposition à 100% par le MTP à l'avenir).

**NT3 :** pas d'autre levé réalisé en règle générale (autres données mises à disposition par le MTP).

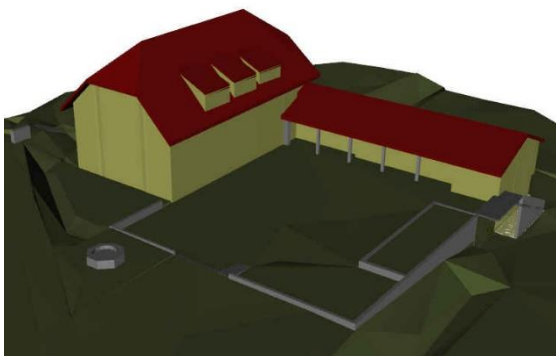
Si un degré de spécification supérieur est localement requis, son obtention et sa mise à jour sont aux frais des utilisateurs

#### **NT2 : Contenu :**

Les bâtiments en mode façade (dans le respect de la façade) et les autres objets divers sont prioritairement saisis au centre des villes, des villages et partout où un besoin est localement établi.

Complément du MNT-MO par des arêtes de détail et au niveau des surfaces encore vierges.

#### Exemple 1 Zones NT2 durant l'étape 2



Bâtiments en mode façade, superstructures et autres corps de bâtiments.

Tous les objets divers.

Complément de la couche de l'altimétrie par des arêtes de détail et au niveau des surfaces encore vierges.

Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO et les arêtes de détail.

Ci-contre : extrait de la MO en 3D à Bettingen.

## Exemple 2 Zones NT2 durant l'étape 2



Bâtiments en mode façade, ouvertures principales (portes, fenêtres) incluses, superstructures et autres corps de bâtiments.  
Tous les objets divers.  
Complément de la couche de l'altimétrie par des arêtes de détail et au niveau des surfaces encore vierges.  
Le modèle du terrain est constitué par le MNT-MO et les arêtes de détail, avec ici superposition d'une orthophoto.  
Ci-contre : extrait du jeu des données en 3D de Bettingen

### NT2 : Coûts :

Coût par ha (sans le vol ni les données des clichés), valeur indicative : environ Fr. 2'000.- par ha.

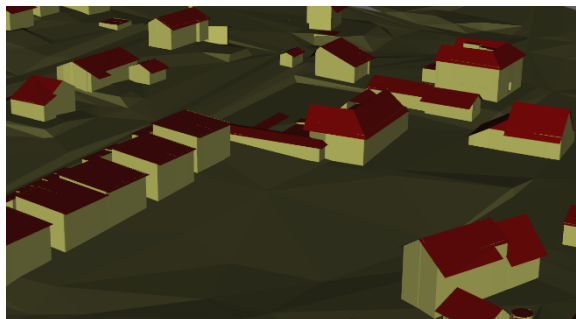
Les coûts réels ne peuvent être déterminés qu'en sollicitant des devis.

Cette valeur indicative peut être très largement dépassée, surtout dans des zones urbanisées.

### 3.5.3 Différence entre le contenu des données à l'étape 1 et à l'étape 2

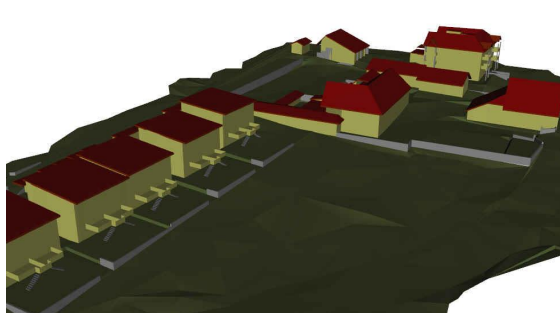
Dans les zones NT3 à NT5, le contenu des données en 3D reste inchangé à l'étape 2.

Comparaison : contenu zone NT2 à l'étape 1



Bâtiments avec les constructions sur les toits / sans objets divers

Contenu zone NT2 à l'étape 2



Bâtiments avec les constructions sur les toits / tous les objets divers

## 4 Méthodes

Les définitions des méthodes (méthode terrestre, photogrammétrie, balayage laser aéroporté (airborne laserscanning), intégration de données) utilisées pour le levé de la couche OD\_3D sont décrites dans la directive CSCC « Mise à jour périodique de la mensuration officielle » du 6 août 2007 au paragraphe 3.2.

### 4.1 Méthode terrestre

Il est impossible de renoncer à la méthode terrestre pour le levé et la mise à jour de la couche OD\_3D.

Les éléments suivants ne peuvent être levés, intégralement ou en majeure partie, que par voie terrestre :

- tous les objets souterrains (bâtiments souterrains, tunnels, eaux canalisées, etc.)
- toutes les façades et les renforcements de façades, les balcons, avant-toits de façades, passages, passages inférieurs, rampes, seuils, vues de dessous de ponts, culées, piliers, etc.
- les murs et les escaliers invisibles en photogrammétrie, les zones constructibles étant principalement concernées ici

- les arêtes de terrain ou de détail invisibles en photogrammétrie, situées le long d'objets divers ou sous ceux-ci.

## **4.2 Photogrammétrie**

La photogrammétrie est surtout adaptée pour la restitution des arêtes de terrain de la couche AL et des surfaces des toits de la couche OD\_3D.

## **4.3 Balayage laser aéroporté (airborne laserscanning, LIDAR)**

Des données LIDAR d'une résolution de 25cm ont été utilisées dans le cadre du projet pilote de Genève et il est apparu que cette méthode n'était actuellement adaptée que pour le levé de modèles de terrain. Cf. aussi à ce sujet le rapport final relatif au projet pilote de 3D de Genève.

## **4.4 Intégration de données**

Cette méthode s'est avérée particulièrement judicieuse et efficace pour le premier relevé de la couche OD\_3D (cf. rapport final des projets pilotes de 3D de Thoun et Bettingen). La plupart des éléments géométriques en 2D sont directement convertibles en éléments d'objets en 3D en utilisant les surfaces des toits et des cotes levées de façon ciblée sur les surfaces des vues de dessus, des faces inférieures et supérieures des objets ainsi qu'en intégrant le MNT-MO. Les jeux de données existants de la couche OD incluant ceux des bâtiments de la couche CS et les données géométriques converties en 3D peuvent être intégrés directement dans la nouvelle couche OD\_3D.

Cf. le projet pilote de Bettingen pour le concept et l'exécution.

# **5 Adaptation des actes cantonaux et des prescriptions techniques**

Avant que des travaux de premiers relevés soient lancés pour la couche OD\_3D, l'OMO, le catalogue des géodonnées de base et l'OTEMO doivent être adaptés ou la couche OD\_3D doit préalablement être réglementée par la législation cantonale. Seules les ordonnances cantonales sur la mensuration et les émoluments doivent pour l'essentiel être adaptées.

De façon générale, les prescriptions techniques cantonales doivent être étendues à la troisième dimension. Les nouvelles recommandations CSCC « Degré de spécification OD\_3D » ont déjà été élaborées par le groupe de travail.

# **6 Aptitude à la 3D des SIG de MO et des interfaces de la mensuration officielle**

Les SIG utilisés dans la MO n'ont qu'une aptitude limitée à la 3D et sont donc inadaptés pour une gestion économiquement rentable de la couche OD\_3D.

Les producteurs de systèmes doivent faire évoluer les SIG actuellement utilisés en MO vers des systèmes véritablement aptes à la 3D dans une perspective de court plutôt que de moyen terme. Ces systèmes devront en outre garantir une visualisation en 3D pertinente des objets.

L'interface de la mensuration officielle doit évoluer vers une interface en 3D. Comme déjà indiqué, le catalogue des données et les modèles de données des couches OD\_3D et AL sont disponibles sur le site Internet [www.cadaastre.ch](http://www.cadaastre.ch). Au niveau fédéral, un modèle de données MD.01-MO-3D-CH et éventuellement un modèle pour les clients de type « MOPublic » devraient être mis à disposition. Des modèles de données en 3D cantonaux sont également à élaborer (MD.01-MO-3D-CC) le cas échéant. Du projet pilote de Bettingen est issu une proposition de modèle de référence de données « GeoBat\_3D ».

## 7 Déroulement du premier relevé de la couche OD\_3D dans le cadre de la MO

Le présent chapitre trouve sa pleine application lorsque la couche OD\_3D fait partie intégrante de la MO et que les bases légales sont entrées en vigueur.

Il comprend une recommandation, fournit un aperçu du déroulement d'un premier relevé de la couche OD\_3D, décrit brièvement ses modalités de réalisation dans le cadre de la MO et la manière dont des tiers (utilisateurs permanents) tels que des administrations communales, cantonales ou des entreprises ayant besoin de ces données en 3D comme base de leurs propres projets peuvent être intégrés dans la procédure. Il est supposé que les utilisateurs permanents supporteront une part prépondérante des coûts résiduels à la place des propriétaires fonciers. Des informations détaillées concernant les différentes étapes prévues sont fournies dans les paragraphes suivants.

Remarque : tant que les bases légales font défaut au niveau fédéral et que la couche OD\_3D ne fait pas partie de la mensuration officielle, aucune indemnité n'est à attendre de la part de la Confédération pour son premier relevé. Ainsi, des premiers relevés lancés à court terme et justifiés par des besoins exprimés par des tiers sont à entreprendre à l'échelon cantonal au sens d'une extension cantonale. Le déroulement et le financement sont donc à définir au cas par cas et les dispositions cantonales existantes à respecter.

### 7.1 Travaux préliminaires pour le premier relevé de la couche OD\_3D dans le canton

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | Description de la situation initiale et des besoins : <ul style="list-style-type: none"> <li>- accord sur le périmètre du lot (définition) et la date d'exécution avec les communes concernées et les utilisateurs permanents impliqués</li> <li>- standard de qualité des mensurations existantes (MD.01 V24 supposé)</li> <li>- degré de spécification conforme aux recommandations CSCC (supposé)</li> <li>- MNT-MO : modèle en arêtes ou tramé complété par des arêtes de terrain</li> <li>- coordination avec la MPD (gros potentiel de synergie existant)</li> <li>- surface de la zone constructible / surface des autres zones</li> <li>- zone NT</li> <li>- données MTP disponibles, qualité suffisante, coordonner le levé avec swisstopo</li> <li>- coordination avec d'autres travaux (vols de swisstopo, génération d'orthophotos)</li> </ul> |
| <b>Qui</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- service cantonal du cadastre</li> <li>- le cas échéant en collaboration avec des bureaux de géomètres ou la géomètre conservatrice / le géomètre conservateur</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Comment</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- en coordination avec les communes concernées, les utilisateurs permanents et swisstopo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Renvois</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- OMO/OTEMO, actes cantonaux, prescriptions techniques, instructions</li> <li>- présentes recommandations CSCC Modélisation en 3D dans la MO</li> <li>- recommandations CSCC « Degré de spécification en MO » de la couche d'information des objets divers en 3D (degré de spécification OD_3D).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 7.2 Concept en matière d'objectifs

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- définition des objectifs visés, des besoins, des conditions techniques et financières, des exigences de qualité et de la date d'exécution</li> <li>- coordination de la réalisation avec des projets d'utilisateurs permanents impliqués</li> </ul> |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                |                                                                                                                                                                                                              |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Qui</b>     | - service cantonal du cadastre<br>- responsables de projets des utilisateurs permanents impliqués                                                                                                            |
| <b>Comment</b> | - partie intégrante du plan cantonal de mise en œuvre quadriennal de la MO et de la convention-programme conclue avec la Confédération<br>- règlement contractuel avec les utilisateurs permanents impliqués |
| <b>Renvois</b> | - OTEMO, actes cantonaux                                                                                                                                                                                     |

### 7.3 Convention-programme

|                |                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | - prise en compte dans la convention-programme quadriennale établie entre le canton et la Confédération<br>- conclusion de contrats de mandats pluriannuels avec les utilisateurs permanents impliqués |
| <b>Qui</b>     | - service cantonal du cadastre<br>- D+M<br>- utilisateurs permanents impliqués                                                                                                                         |
| <b>Comment</b> | - négociation avec les parties concernées et intégration dans le plan de financement des utilisateurs permanents impliqués                                                                             |
| <b>Renvois</b> | - éventuellement des documents types<br>- plan cantonal de mise en œuvre quadriennal de la MO                                                                                                          |

### 7.4 Avant-projet

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | - description du périmètre et de la situation initiale de l'entreprise<br>- description des méthodes envisagées pour atteindre le but visé (photogrammétrie, levé terrestre, intégration de données)<br>- cadre quantitatif<br>- évaluation des coûts (cf. rapport final de l'étape 2 du groupe 3D-MO pour des valeurs indicatives)<br>- programme de réalisation |
| <b>Qui</b>     | - service cantonal du cadastre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Comment</b> | - expérience propre<br>- échange d'expériences avec d'autres cantons<br>- intégration de spécialistes                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Renvois</b> | - guide d'assurance de la qualité<br>- rapports finaux de projets comparables                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### 7.5 Convention de prestations

|                |                                                                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | - établissement des crédits de paiement annuels avec la Confédération et les utilisateurs permanents directement impliqués         |
| <b>Qui</b>     | - service cantonal du cadastre en accord avec la D+M et les utilisateurs permanents                                                |
| <b>Comment</b> | - partie intégrante des plans de mise en œuvre quadriennaux et des conventions-programmes<br>- partie intégrante d'autres contrats |

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| <b>Renvois</b> | - documents types |
|----------------|-------------------|

## 7.6 Acquisition de prises de vues aériennes et travaux photogrammétriques

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vérifier auprès de swisstopo la disponibilité de données de clichés actuelles et adaptées</li> <li>- si non, lancer un appel d'offres pour l'acquisition de ces données, vol compris</li> <li>- appel d'offres pour la restitution des surfaces des toits des bâtiments, des ouvrages d'art et éventuellement d'autres objets divers surtout situés sur le domaine public</li> <li>- complément de la couche AL si des arêtes de terrain importantes font défaut</li> <li>- appel d'offres et dépouillement de celles-ci</li> <li>- attribution du marché</li> </ul>                                                                      |
| <b>Qui</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- service cantonal du cadastre</li> <li>- swisstopo</li> <li>- entreprises</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Comment</b> | <p>Les éléments suivants sont décrits sur la base de l'avant-projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le périmètre et le cadre quantitatif</li> <li>- les exigences de qualité, précision comprise</li> <li>- les exigences en matière de modélisation des données (modèle de données pour le processus de levé, éléments surfaciques des toits plans, orientés et « imperméables », règles de levé supplémentaires, degré de spécification)</li> <li>- le mode d'attribution (forfaitaire ou global)</li> <li>- les délais d'adjudication et de livraison</li> <li>- les critères d'adéquation et d'adjudication</li> <li>- les conditions contractuelles</li> </ul> |
| <b>Renvois</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- loi fédérale du 16 décembre 1994 sur les marchés publics (RS 172.056.1) et ordonnance, prescriptions cantonales</li> <li>- documents disponibles au travers d'autres cantons</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 7.7 Travaux terrestres et modélisation du contenu de la couche OD\_3D

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vérifier la disponibilité de données adaptées du MTP auprès de swisstopo</li> <li>- si non, lancer un appel d'offres pour les levés terrestres complémentaires (mesure de la position altimétrique des OD comme des arêtes de terrain et de détail invisibles en photogrammétrie en vue de l'adaptation du modèle de terrain à la position altimétrique des OD_3D)</li> <li>- appel d'offres pour les travaux de modélisation en 3D (superposition des éléments ponctuels et linéaires des OD sur le terrain, génération des objets surfaciques en 3D des OD, conversion de la couche OD et des données des bâtiments de la couche CS vers la couche OD_3D et intégration des éléments de géométrie OD_3D nouvellement modélisés)</li> <li>- complément de la couche AL avec les arêtes levées et dans les surfaces encore vierges (accès à des objets souterrains, escaliers implantés en sous-sol ou sur le terrain naturel, bâtiments si les niveaux en sous-sol sont saisis, autres)</li> <li>- appel d'offres et dépouillement de celles-ci</li> <li>- attribution du marché</li> </ul> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Qui</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- service cantonal du cadastre</li> <li>- swisstopo</li> <li>- entreprises</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Comment</b> | <p>Les éléments suivants sont décrits sur la base de l'avant-projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le périmètre et le cadre quantitatif</li> <li>- les exigences de qualité, précision comprise</li> <li>- les exigences en matière de modélisation des données (modèle de données pour le processus de levé, éléments surfaciques en 3D plans, orientés et « imperméables », règles de levé supplémentaires, degré de spécification)</li> <li>- les nouveaux produits en 3D à générer</li> <li>- les règles en matière de travaux de vérification (accompagnant le projet)</li> <li>- le mode d'attribution (forfaitaire ou global)</li> <li>- les délais d'adjudication et de livraison</li> <li>- les critères d'adéquation et d'adjudication</li> <li>- les conditions contractuelles</li> </ul> |
| <b>Renvois</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- loi fédérale du 16 décembre 1994 sur les marchés publics (RS 172.056.1) et ordonnance, prescriptions cantonales</li> <li>- documents disponibles au travers d'autres cantons</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 7.8 Exécution des travaux requis pour le projet

|                |                                                                                                                                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | - exécution des mandats mis au concours et attribués                                                                                                                 |
| <b>Qui</b>     | - entreprises mandatées conformément au(x) marché(s) attribué(s)                                                                                                     |
| <b>Comment</b> | - dans le respect des documents d'appel d'offres et des prescriptions, directives et instructions de levé et de modélisation cantonales aussi déclarées obligatoires |
| <b>Renvois</b> | - documents types cantonaux pour la 3D, cf. annexe du projet pilote de Bettingen                                                                                     |

## 7.9 Vérification

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- intégralité de la mise en œuvre</li> <li>- contrôle de la précision</li> <li>- contrôles formels du modèle</li> <li>- respect des règles de modélisation prescrites</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Qui</b>     | - service cantonal du cadastre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Comment</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- comparaison visuelle des éléments géométriques entre l'ancienne couche OD et la nouvelle couche OD_3D</li> <li>- contrôles visuels, analyse et appréciation de la modélisation en 3D via un SIG 3D (couches OD_3D et AL)</li> <li>- contrôles de précision de la position altimétrique des objets en 3D (mesures et calculs) et comparaison visuelle de la position des éléments surfaciques des toits avec la position des projections horizontales des bâtiments de la MO issue de la couche CS</li> <li>- contrôle de la conformité du modèle (checker, à mettre à disposition par swisstopo)</li> </ul> |

|               |                                                                 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Renvoi</b> | - prescription sur la vérification de la mensuration officielle |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|

### 7.10 Travaux de finalisation

|                |                                                                                                                                                               |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | - correction de défauts relevés dans le rapport de vérification<br>- correction et classement des documents<br>- archivage dans le respect de l'art. 88 OTEMO |
| <b>Qui</b>     | - entreprises participantes                                                                                                                                   |
| <b>Comment</b> | -                                                                                                                                                             |
| <b>Renvois</b> | - prescriptions cantonales                                                                                                                                    |

### 7.11 Décompte, approbation et reconnaissance

|                |                                                                                                                                      |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Quoi</b>    | - rédaction du rapport de vérification et établissement du décompte<br>- approbation par le canton<br>- reconnaissance par swisstopo |
| <b>Qui</b>     | - service cantonal du cadastre<br>- instance cantonale d'approbation<br>- swisstopo resp. D+M                                        |
| <b>Comment</b> | - approbation au vu des documents d'approbation<br>- reconnaissance au vu des documents de reconnaissance                            |
| <b>Renvois</b> | - OMO art. 29 et 30                                                                                                                  |

## 8 Mise à jour de la couche OD\_3D dans le cadre de la MO

Il n'existe aucune recette standard pour la mise à jour de la couche OD\_3D. Le groupe de travail recommande toutefois d'appliquer, si possible, les règles suivantes.

### 8.1 Mise à jour périodique

Le modèle de terrain et les surfaces des toits, constructions sur les toits comprises, de même que les objets divers situés en dehors des zones constructibles sont si possible mis à jour périodiquement et par voie photogrammétrique. Toute lacune est à compléter par des mesures terrestres.

### 8.2 Mise à jour permanente

Tous les objets divers situés au sein des zones constructibles, façades et corps de bâtiments compris, sont mis à jour de façon permanente et par voie terrestre. Dans le cas de constructions à toit plat, les surfaces des toits peuvent être mesurées par voie terrestre (une cote par toit suffit !). Les arêtes de détail et de terrain requises sont mises à jour en permanence.

## 9 Solution transitoire concernant la gestion des données de la couche OD\_3D

Les objets de la couche OD\_3D peuvent être gérés en dehors de la mensuration officielle durant une phase de transition, au sein d'un SIG 3D ou d'un système de CAO-DAO apte à la 3D. Il devrait toutefois être veillé (pour la vérification) à ce que les éléments géométriques soient d'ores et déjà levés et mis à jour dans le respect des exigences de modélisation cantonales.

Une conversion et une intégration ultérieures dans le modèle de données d'INTERLIS peuvent alors être réalisées de façon analogue à ce qui a été entrepris pour le projet pilote de 3D de Bettingen.

La procédure et les exigences posées à de tels programmes de conversion et d'intégration sont décrites en détail dans le rapport final et l'annexe associée du projet pilote de Bettingen (lien vers les informations du projet, cf. § 1.8).

## 10 Utilisation en combinaison avec le MTP et des produits en 3D dérivés

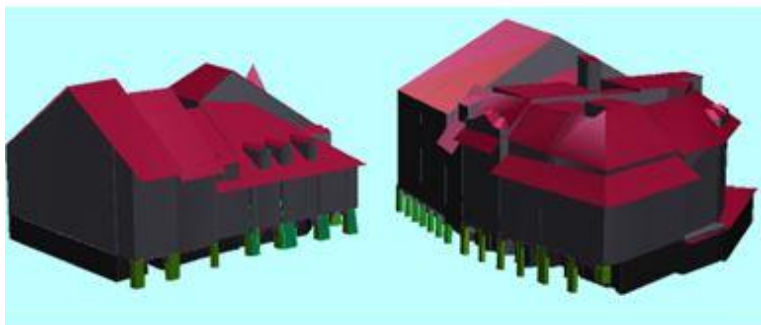
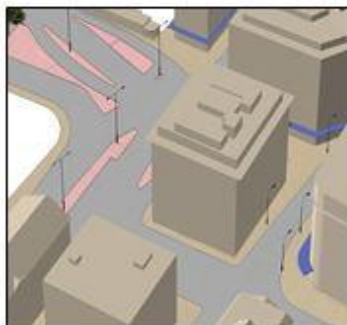
La possibilité d'adapter les données en 2D de la MO des autres couches à la troisième dimension par superposition du modèle de terrain garantit leur capacité d'utilisation pleine et entière en 3D en dépit de leur gestion en 2D. Il s'agit là de la solution de loin la plus favorable en matière de gestion et d'utilisation des données qui devrait par conséquent être conservée.

De la combinaison des données en 3D ci-dessus avec les objets en 3D de la couche OD\_3D et le modèle de terrain de la couche AL naît un potentiel quasi-illimité de combinaisons possibles de géodonnées aux applications extrêmement variées dans les SIG 3D (simulations, visualisations de toutes natures).

L'objectif devrait être de recourir aux données en 3D de la MO partout où elles apportent une réelle valeur ajoutée par rapport aux données en 2D (base pour le cadastre du bruit, le cadastre des rayonnements, le cadastre des conduites, la protection de l'environnement et contre les catastrophes, l'intégration au sein de systèmes de navigation et bien d'autres).

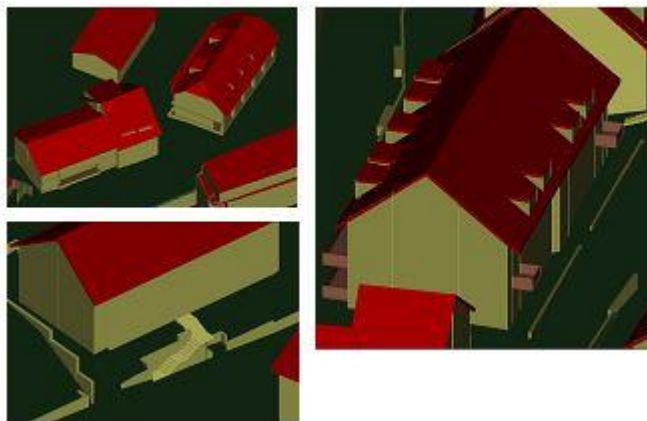
Une valeur ajoutée durable ne peut cependant être générée qu'en cas de couverture territoriale complète par les données en 3D. La possibilité de combinaisons avec le MTP de swisstopo devrait donc être utilisée de manière intensive.

Extrait du rapport final du projet pilote de 3D de Genève  
Correspond à la phase de réalisation 1



Extrait du rapport final du projet pilote de 3D de Thoun  
Correspond à la phase de réalisation 2

Extrait du rapport final du projet pilote  
de 3D de Bettingen BS  
Correspond à la phase de réalisation 2



## 11 Mise à disposition des produits en 3D

Les produits en 3D sont mis à disposition via l'infrastructure de géodonnées existante. Celle-ci doit être adaptée aux nouvelles exigences.

Les interfaces INTERLIS\_3D sont pour l'heure à mettre sur un pied d'égalité avec les solutions individuelles et ne sont donc pas utilisables pour des tiers. Les interfaces DXF d'AutoDesk et Shape d'ESRI sont adaptées à la diffusion de données géométriques en 3D pour des systèmes de CAO-DAO et des SIG 3D. Afin d'éviter si possible toute perte d'information de surface, les éléments surfaciques en 3D doivent faire l'objet d'une triangulation avant la diffusion des données et sont à fournir aux tiers sous la forme de surfaces triangulaires tridimensionnelles (AutoDesk = « 3DFace »). La gestion du jeu de données original de la couche OD\_3D sous la forme de surfaces «3DFaces» est cependant à éviter.