

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 106 (2008)

**Heft:** 5

**Artikel:** Production d'une image d'occupation du sol pour la planification du  
réseau radio national POLYCOM

**Autor:** Terrettaz, P. / Baumgartner, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236518>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Production d'une image d'occupation du sol pour la planification du réseau radio national POLYCOM

Les modèles utilisés pour la planification à grande échelle des réseaux de télécommunication nécessitent des géodonnées détaillées. Cet article présente les données de base et les traitements effectués pour l'établissement d'un modèle numérique de terrain et d'une image d'occupation du sol à deux mètres de résolution pour l'ensemble de la Suisse. Ces données sont utilisées pour la planification du réseau radio national des autorités et des organisations chargées du sauvetage et de la sécurité (POLYCOM).

*Die Modelle, die für die grossmasstäbliche Planung der Telekommunikationsnetze eingesetzt werden, erfordern detaillierte Geodaten. Dieser Artikel stellt die Grundlegenden und Verfahren zur Erstellung eines digitalen Geländemodells sowie einer Bodenbedeckungskarte mit zwei Meter Auflösung flächendeckend für die gesamte Schweiz vor. Diese Geodaten werden zur Planung des nationalen Funksystems der Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (POLYCOM) benutzt.*

I modelli utilizzati per la pianificazione delle reti di telecomunicazione su larga scala necessitano di geodati accurati. In questo articolo vengono presentati i dati di base e i trattamenti effettuati per la realizzazione di un modello digitale d'elevazione e di un modello di copertura del suolo con due metri di risoluzione su tutta la Svizzera. Questi dati costituiscono la base per la pianificazione di una rete radio nazionale dedicata alle autorità e alle organizzazioni incaricate delle operazioni di salvataggio e sicurezza (POLYCOM).

P. Terrettaz, M. Baumgartner

## 1. Des géodonnées pour la planification des réseaux de télécommunication

L'entreprise ETAVIS a été mandatée par l'Office fédéral de la protection de la population pour la planification du réseau radio national des autorités et des organisations chargées du sauvetage et de la sécurité (POLYCOM). Pour ce type de planification à grande échelle de réseaux de télécommunication (radio, téléphonie mobile,...), elle utilise un modèle qui requiert des géodonnées détaillées à savoir:

- un modèle numérique de terrain (MNT) en mode image avec une résolution de deux mètres;
- une image d'occupation du sol (clutter map) à deux mètres de résolution dé-

crivant les infrastructures de transport (réseau routier et réseau ferroviaire) et les principaux types d'occupation du sol (hydrographie, bâtiments et surfaces boisées) subdivisés en fonction de la hauteur des objets. Le nombre de catégories ne doit cependant pas être supérieur à vingt au total, ce qui limite le nombre de classes de hauteur à neuf pour les bâtiments et cinq pour les zones de végétation.

ETAVIS a fait appel à l'entreprise MFB-GeoConsulting pour l'établissement de ces deux produits pour l'ensemble du territoire suisse à partir des données de base fournies par Swisstopo.

## 2. Données de base

Etant donné le degré de détail désiré, les données de base utilisables et disponibles pour pratiquement l'ensemble de la Suis-

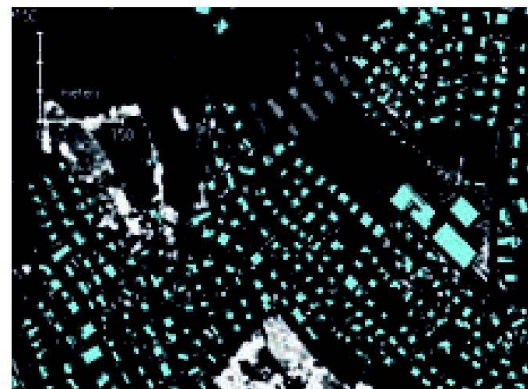


Fig. 1: Etapes d'extraction des bâtiments, 1a : Combinaison de la couche «Bâtiments» (en cyan) du VECTOR25 avec l'image de hauteur dérivée du MNS et du MNT-MO (en arrière-plan), 1b : Combinaison des bâtiments tirés du MNS BRUT avec le résultat de l'étape 1a (en jaune: bâtiments tirés seulement du MNS BRUT; en rouge: bâtiments provenant seulement de l'étape 1a; en bleu: bâtiments communs); Swissimage en arrière-plan, 1c: Couche finale des bâtiments (en rouge) avec Swissimage en arrière-plan. Reproduit avec l'autorisation de Swisstopo (BA081259).

se sont les suivantes: le modèle du paysage VECTOR25, le modèle numérique de terrain MNT-MO, le modèle numérique de surface MNS, les orthophotos SWISS-IMAGE et la mosaïque des images satellite SPOT.

Le VECTOR25 est un produit précieux pour l'établissement d'une image d'occupation du sol, mais il présente cependant certaines limitations. En raison de la généralisation cartographique, il s'avère géométriquement moins précis que les données MNT-MO et MNS. De plus, certaines données ne sont pas très actuelles, puisqu'elles dépendent de la date de la prise de vue et du temps de traitement pour la mise à jour de la carte topographique et du produit VECTOR25 lui-même. D'autre part, il ne contient pas d'information relative à la hauteur des objets.

Les données SWISSIMAGE disponibles pour le projet ont une résolution de 50 cm et contiennent une information détaillée (1). Cependant, elles se prêtent mal à la mise en œuvre de procédures automatiques d'extraction de l'information, en particulier pour l'ensemble de la Suisse. Par contre, elles s'avèrent précieuses pour la vérification et les corrections manuelles. Les dates des prises de vue s'échelonnent de 1999 à 2005.

Depuis le projet SAU (Surface agricole utile), la Confédération et les cantons disposent de données altimétriques détaillées pour les zones situées en dessous de 2500 m d'altitude. Elles ont été obtenues par balayage laser aéroporté (LIDAR). Pour les projets d'envergure nationale, elles sont mises à disposition par Swisstopo sous l'appellation MNT-MO GRID 2m pour le modèle numérique de terrain, et MNS GRID 2m pour le modèle numérique de surface. Il s'agit dans les deux cas de grilles à deux mètres de résolution. La combinaison des deux produits permet de dériver la hauteur d'objets tels que les bâtiments et les forêts. Les données brutes MNS-MO sous forme de nuages de points sont également disponibles (MNS BRUT) avec, en plus des coordonnées X-Y-Z, un attribut spécifique indiquant la classification de

chaque point (sol, végétation, objet artificialisé), mais avec une marge d'erreur importante. L'acquisition des données brutes a débuté en l'an 2000 et a été achevée en 2006, voire 2007 pour certaines régions (2).

Le MNT-MO GRID 2m convient parfaitement comme modèle numérique de terrain pour ETAVIS, puisque l'altitude est stockée en mode image avec la résolution spatiale désirée. Cependant, en plus des opérations de conversion de format et de mosaïquage rendues nécessaires en raison du découpage en 1/16 de carte topographique des données originales, des procédures de vérification et de correction ont été mises en place en raison de certaines erreurs constatées dans les données reçues: valeurs manquantes ou valeurs irréalistes provenant soit des données originales, soit de la procédure d'interpolation de la grille à 2 m. Les petites zones erronées sont détectées et corrigées automatiquement à partir des valeurs voisines, alors que des corrections manuelles sont nécessaires pour les zones de plus grande taille. Les mêmes procédures sont appliquées au MNS de façon à obtenir une image de hauteur la plus fiable possible. Cette dernière a également fait l'objet d'une analyse soignée pour détecter d'éventuelles erreurs présentes dans le MNT et/ou le MNS. Si, de façon générale, ces deux produits sont de très bonne qualité, leur utilisation requiert tout de même une approche critique, en particulier dans certaines régions. Nous verrons plus loin l'influence de la qualité du MNS et du MNT sur l'extraction des catégories d'occupation du sol (cf. aussi fig. 2).

Les données SPOT ont une résolution spatiale (5 m) bien inférieure à celle de SWISS-IMAGE, ce qui les rend difficilement utilisables pour l'extraction d'information. Cependant, comme elles datent de 2004/2005: elles sont plus récentes que SWISSIMAGE et que les données LIDAR pour une bonne partie du territoire, elles s'avèrent ainsi intéressantes pour la vérification.

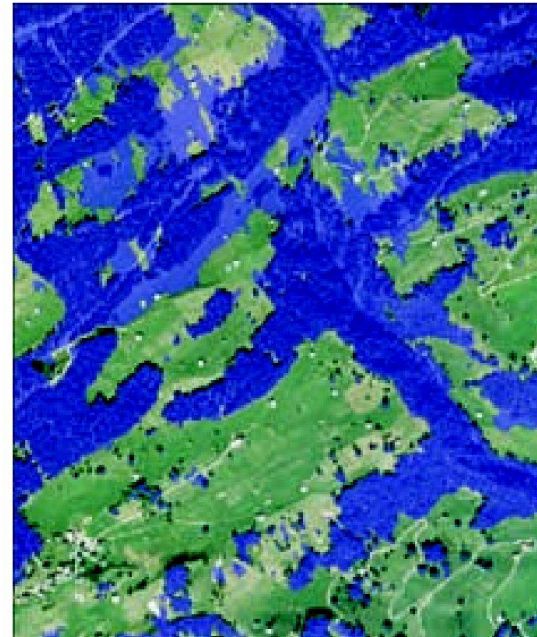


Fig. 2: Masque de la végétation arborée (en bleu) obtenu par extraction automatique. Les erreurs de commission s'expliquent par la moins bonne qualité des données MNS dans cette région. Swissimage en arrière-plan. Reproduit avec l'autorisation de Swisstopo (BA081259).

### 3. Principes méthodologiques pour l'extraction des classes d'occupation du sol

Le choix des méthodes d'extraction des classes d'occupation du sol a été conditionné par les caractéristiques du produit final désiré, les données de base disponibles, les outils d'extraction à disposition, le temps de traitement et les coûts qui en découlent. La combinaison des données du VECTOR25 et des modèles numériques d'altitude s'est avérée la plus efficace pour l'extraction automatique. Pour les corrections manuelles et la vérification, nous avons fait appel aux données SWISS-IMAGE et SPOT. Les principaux principes méthodologiques pour l'extraction des classes d'occupation du sol sont décrits ci-après.

Les autoroutes et les routes d'une certaine importance sont extraites directement

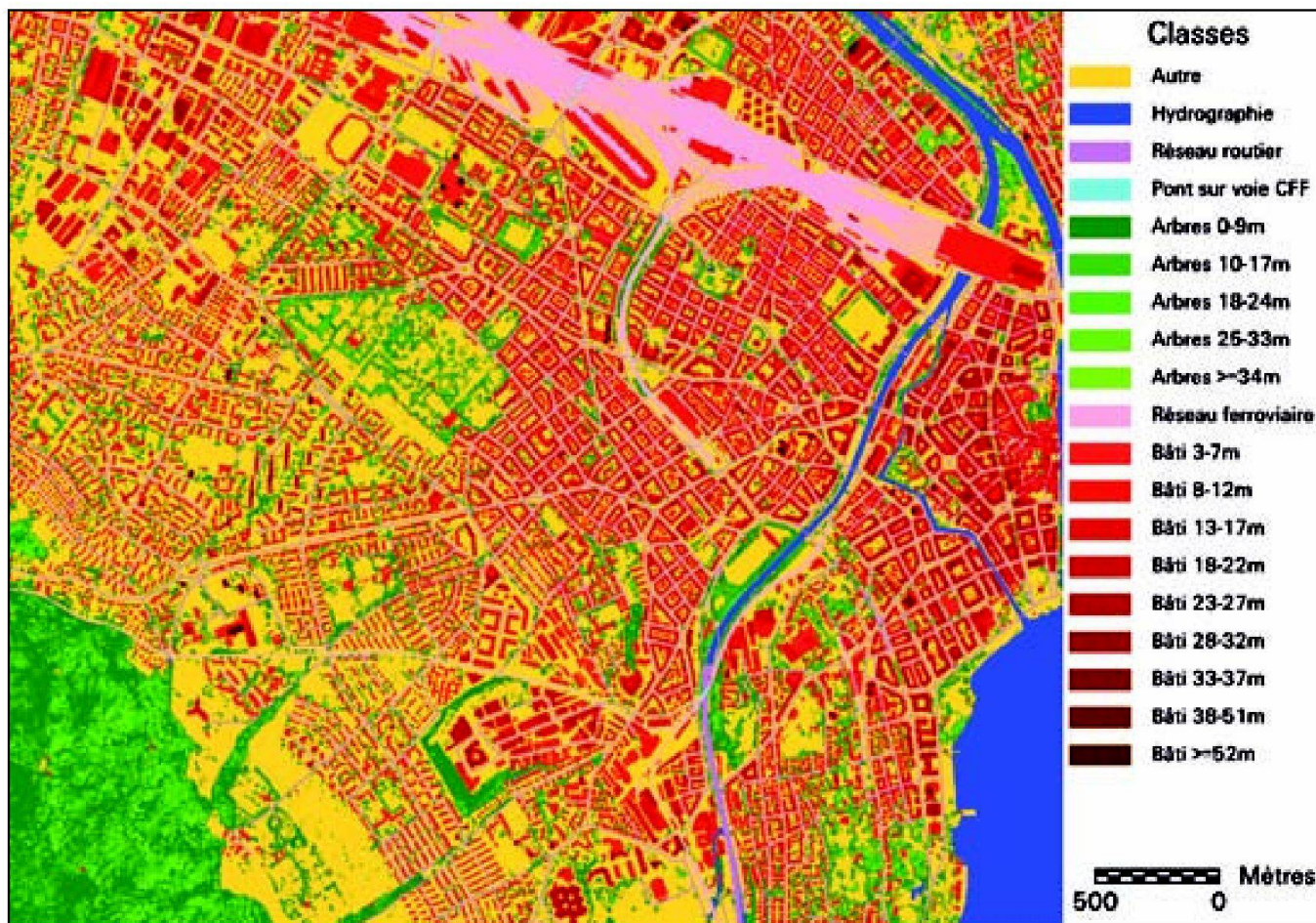


Fig. 3: Image d'occupation du sol avec classes de hauteur pour les bâtiments et la végétation arborée (région de Zürich; ©MFB-GeoConsulting).

du VECTOR25. Elles sont converties en raster avec une largeur définie en fonction de la classe qui leur est attribuée dans le VECTOR25. La même procédure est utilisée pour les voies de chemin de fer, sauf pour les voies CFF qui sont générées directement à partir des données fournies par ces derniers, vu leur meilleure précision géométrique. Les plans d'eau et les fleuves sont tirés de la couche «Surfaces primaires» du VECTOR25.

L'extraction des bâtiments comprend plusieurs étapes illustrées sur la figure 1. Dans un premier temps, elle repose sur la combinaison de la couche «Bâtiments» du VECTOR25 et de la hauteur obtenue par le calcul de la différence entre le MNS et le MNT. Seuls sont retenus les pixels avec une hauteur de plus de deux mètres et considérés comme bâtiment au sein du VECTOR25. Grâce à des outils d'analyse

de voisinage et de morphologie mathématique, le contour des bâtiments du VECTOR25 est ajusté à la géométrie de l'image de hauteur tirée des données LIDAR. Des méthodes automatiques faisant appel aux données LIDAR seules seraient certes envisageables pour l'extraction des bâtiments. Cependant, elles seraient beaucoup plus lourdes à mettre en oeuvre et nécessiteraient beaucoup plus de temps de traitement pour un résultat entaché d'erreurs non négligeables. La procédure choisie s'avère beaucoup plus efficace. Elle présente toutefois le désavantage de ne retenir que les bâtiments déjà enregistrés dans le VECTOR25. Comme ce dernier n'est pas partout à jour par rapport aux données LIDAR, certains bâtiments manquent. Ils sont en partie récupérés durant la deuxième étape de l'extraction qui fait appel à la classifica-

tion contenue dans le MNS BRUT. La classe «Surfaces artificialisées» contient en effet les points identifiés comme étant localisés sur un bâtiment ou un ouvrage d'art. Cette classification est certes entachée d'erreurs. Cependant la prise en compte de la couche «Bâtiments» du VECTOR25 à l'étape précédente limite la portée de l'erreur d'omission, puisqu'une bonne part des bâtiments qui manquent en font partie. Les erreurs de commission sont par contre beaucoup plus gênantes. Leur importance est limitée par des opérations de filtrage prenant en compte la forme et la taille des objets. Dans une troisième étape, les erreurs qui subsistent sont corrigées manuellement lors de la vérification visuelle. Il s'agit par exemple de ponts ou de bâtiments erronés situés dans des forêts (cf. fig. 1).

Le VECTOR25 et la hauteur dérivée des

données LIDAR sont également utilisés pour l'extraction des surfaces boisées. Cette catégorie contient tous les pixels d'une hauteur supérieure à deux mètres qui ne sont pas des bâtiments, des ponts ou d'autres ouvrages d'art. Des critères de pente et d'altitude sont utilisés pour éliminer automatiquement des erreurs de commission générées par les données de base. En effet, dans les zones de forte pente, les falaises en particulier, et dans certaines régions montagneuses, le décalage géométrique entre le MNT et le MNS génère une différence de hauteur positive qui provoque l'apparition de zones de végétation qui ne le sont pas. Les erreurs de commission qui subsistent après filtrage sont éliminées lors des corrections manuelles. La figure 2 illustre le masque de la végétation après extraction automatique, avec la présence de certaines zones d'arbres erronées.

Après extraction des catégories principales, l'image de hauteur dérivée du MNT et du MNS sert encore à la subdivision des bâtiments et des zones boisées en classes de hauteur. Notons que le fait de travailler en mode image fait que la classe de hauteur est assignée à chaque pixel et non pas à un objet vectoriel qui n'existe pas en tant que tel. Ceci permet de représenter les différences de hauteur au sein d'un groupe de bâtiments juxtaposés, même si celui-ci apparaît comme une seule entité au sein du VECTOR25.

#### 4. Produit final

L'image d'occupation du sol finale comprend dix-neuf catégories, dont neuf pour les bâtiments et cinq pour la végétation arborée en fonction de la hauteur. La figure 3 en présente un exemple. Le contenu des classes réseau routier et hydrographie correspond au VECTOR25, tandis que le réseau ferroviaire inclut l'information provenant des données CFF. La richesse de l'information, tant en termes d'emprise au sol qu'en termes de hauteur, est particulièrement visible dans les classes de bâti. Grâce à la qualité des données de base (MNT-MO et MNS) tirées des données LIDAR et aux traitements effec-

tués, l'image permet une représentation fidèle de la réalité, notamment de la hauteur des bâtiments. Certaines confusions entre les classes de bâti et de végétation peuvent apparaître là où des arbres jouxtent directement des bâtiments. Le degré de détail est aussi visible pour la végétation arborée avec la mise en évidence de bosquets, de haies, voire d'arbres isolés, qu'on ne trouve dans aucune autre donnée de base disponible à ce jour. L'information de hauteur est ici beaucoup plus relative que pour les bâtiments. Elle dépend en effet du développement du couvert végétal au moment de l'enregistrement des données, LIDAR et des différents traitements réalisés jusqu'à l'obtention des MNT et MNS GRID 2m. Hors, les données, LIDAR ont été acquises prioritairement à des dates où le développement du feuillage était minimal. C'est pourquoi la hauteur des arbres est de façon générale inférieure à la réalité. Cependant, cette information de hauteur revêt une importance moindre que dans le cas des bâtiments. Les insuffisances identifiées au sein de la végétation ne préteritent pas l'utilisation des données pour la modélisation dans le domaine des télécommunications.

#### 5. Mise en œuvre sur l'ensemble de la Suisse

Le périmètre de travail recouvre l'ensemble de la Suisse. La grande quantité de données à traiter et à stocker a nécessité une attention particulière. Si l'espace disque ne constitue plus un véritable problème aujourd'hui, une bonne organisation et un bon système de sauvegarde s'avèrent nécessaires pour l'enregistrement des données originales, des nombreux fichiers intermédiaires générés durant les traitements et des résultats finaux.

En ce qui concerne les traitements, un découpage en zones de travail a dû être réalisé, puisque la résolution désirée (2 m) ne permettait évidemment pas de travailler sur la Suisse entière. Le découpage a été déterminé par la date de disponibilité des

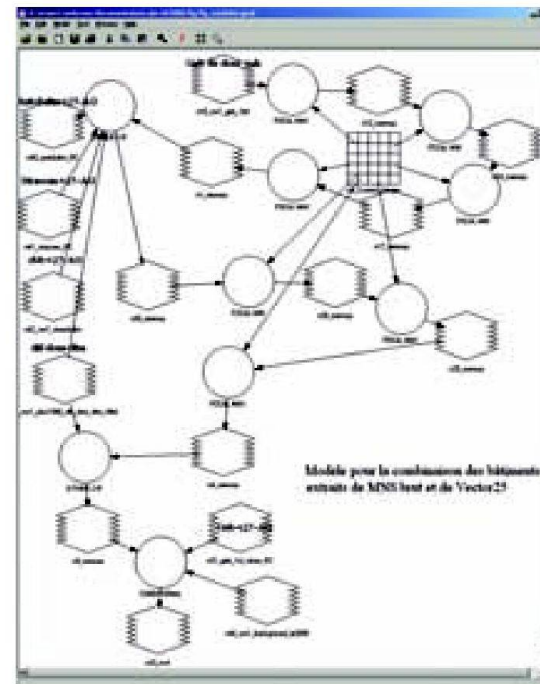


Fig. 4: Model Maker: Outil de modélisation graphique d'ERDAS Imagine.

données (les données de certaines régions n'étaient pas encore disponibles au début du projet), par la taille des fichiers générés et par le temps de traitement nécessaire. Avec les logiciels utilisés, ERDAS Imagine (version 9.1) et ArcView (9.1 et 9.2), une compression sans perte d'information est possible pour les fichiers de taille inférieure à deux gigabytes, et les temps de traitement sont également tout à fait acceptables. Ce n'est pas le cas avec des fichiers de taille supérieure, en particulier avec ArcView où les opérations de géotraitement prennent soit beaucoup plus de temps, soit échouent complètement. En fin de compte, le périmètre a été découpé en vingt zones de traitement. ERDAS Imagine s'avère particulièrement adapté pour le traitement des données raster, alors qu'ArcView présente certaines fonctionnalités intéressantes pour les données en mode vectoriel. Les deux logiciels proposent des outils de modélisation graphique de processus (Model Maker d'ERDAS Imagine et Model Builder d'ArcView) et de création de scripts qui sont particulièrement utiles dans un contexte de production où le même processus est appliqué à plusieurs régions. La

figure 4 représente un modèle utilisé pour l'extraction des bâtiments: il a été créé avec le Model Maker d'Imagine. Cet outil graphique orienté objet permet à la fois de constituer une chaîne de traitements et d'élargir les fonctionnalités d'Imagine à partir des fonctions de base proposées. Le modèle peut être appliqué à différentes zones simplement en spécifiant les données en entrée et en sortie. Aucune intervention de l'utilisateur n'est nécessaire durant l'exécution. Le mode différé (batch) d'ERDAS Imagine s'avère également très intéressant pour lancer des traitements de longue durée à une heure déterminée (pendant la nuit par exemple).

## 6. Conclusion

La richesse des informations contenues dans les données VECTOR25, MNT-MO et MNS, le choix de méthodes de traitement efficaces et la puissance des outils à disposition ont permis d'établir rapidement un MNT et une image d'occupation du sol adaptés aux outils utilisés pour la planification du réseau de télécommunication POLYCOM. Avec une résolution de deux mètres et neuf classes de hauteur pour les bâtiments, ces géodonnées permettent une modélisation détaillée sur pratiquement l'ensemble du territoire helvétique.

### Références:

- 1) Swisstopo 2006, Geodata news no 11, [www.swisstopo.admin.ch](http://www.swisstopo.admin.ch).
- 2) Swisstopo 2007, Geodata news no 14, [www.swisstopo.admin.ch](http://www.swisstopo.admin.ch).

Pierre Terrettaz  
Michael Baumgartner  
MFB-GeoConsulting GmbH  
Eichholzstrasse 23  
CH-3254 Messen  
[terrettaz@mfb-geo.com](mailto:terrettaz@mfb-geo.com)  
[baumgartner@mfb-geo.com](mailto:baumgartner@mfb-geo.com)

## Wer abonniert, ist immer informiert!

Geomatik Schweiz vermittelt Fachwissen –  
aus der Praxis, für die Praxis.

Jetzt bestellen!



Bestelltalon

Ja, ich **profitiere** von diesem Angebot und bestelle Geomatik Schweiz für:

- 1-Jahres-Abonnement Fr. 96.– Inland (12 Ausgaben)  
 1-Jahres-Abonnement Fr. 120.– Ausland (12 Ausgaben)

Name	Vorname
Firma/Betrieb	
Strasse/Nr.	PLZ/Ort
Telefon	Fax
Unterschrift	E-Mail

Bestelltalon einsenden/faxen an: SIGImedia AG, Pfaffacherweg 189, Postfach 19, CH-5246 Scherz  
Telefon 056 619 52 52, Fax 056 619 52 50, [verlag@geomatik.ch](mailto:verlag@geomatik.ch)