

## Genève voit son SIG en 3D

**Christophe Suter - Stéphane Couderq**

**Topomat Technologies S.A.** 6 Chemin Sus-la-Meule 1297 Founex  
Tel : +41 (0)22.776.07.50 www.topomat.ch

**GeoDataNetWork S.A.** Route de Troinex 31 Case Postale 1611 1227 Carouge  
Tel : +41 (0)22.343.39.00 www.geodatanetwork.ch

**Laurent Niggeler** ♦ semo@etat.ge.ch  
Directeur et géomètre cantonal, **SEMO** Tel : +41 (0)22.327.45.63

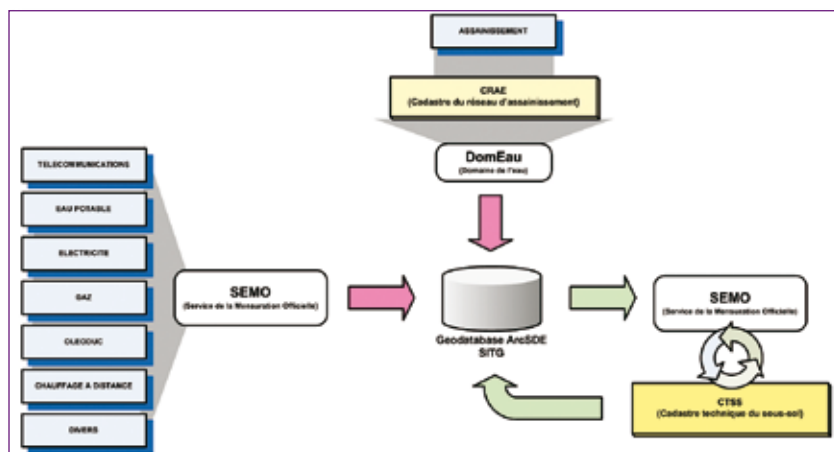
### Introduction

La 3D passionne, intéresse et s'intègre chaque jour un peu plus à notre monde tourné vers les nouvelles technologies. Notre domaine d'activité, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) est probablement l'un des plus

touchés par ce phénomène. Avez-vous déjà parcouru un espace sur votre écran en passant sous un tunnel ou en traversant le sol pour explorer ses profondeurs ? Le rendu est magnifique et surprenant ! Derrière toutes ces images qui nous transportent, se cachent les étapes d'un travail remarquable de collecte de données, de saisie et

de programmation qui sont toutes aussi complexes les unes que les autres. De plus en plus liés à la troisième dimension, les projets trouvent dans ces technologies une source d'information dont la richesse potentielle dépasse largement la simple simulation visuelle du réel.

Le Service de la mensuration officielle de l'Etat de Genève a été à l'initiative de trois projets 3D et a fait appel à des partenaires privés. Topomat Technologies, basée en Suisse à 10 km de Genève, spécialisée dans le développement et la mise en œuvre de Systèmes d'Information Géographique (SIG) d'entreprise et partenaire d'ESRI en Suisse Romande, et GeoDataNetwork, une entreprise indépendante spécialisée dans la saisie de géodonnées à des fins de modélisation, d'acquisition, de traitement, travaillent communément



sur plusieurs projets en relation avec la 3D :

- × Le cadastre du sous-sol en 3D sur le canton de Genève ;
- × TopoKiosk, une borne interactive en 3D ;
- × Bâti 3D, un projet d'acquisition d'un cadastre 3D des bâtiments sur le canton de Genève.

## Cadastre du sous-sol en 3D

Ce projet d'étude a été initié par le Service de la Mensuration Officielle de l'Etat de Genève (SEMO) pour étudier la faisabilité d'un SIG 3D pour le cadastre du sous-sol. Le SEMO est responsable de l'acquisition, de la gestion et de la diffusion des données de la mensuration officielle du canton de Genève. Il gère également la nomenclature des artères et les adresses des bâtiments et publie le plan d'ensemble et le plan de ville officiel du canton de Genève. Les données de la Mensuration Officielle sont des données de référence utiles et indispensables aux autorités, aux services publics et à tous les particuliers, propriétaires, architectes, ingénieurs, etc., qui ont à prendre des décisions, à gérer ou à intervenir dans les activités relatives au territoire.

L'occupation du sous-sol regroupant un nombre important de classes d'entités, le nombre d'acteurs impliqués est donc considérable. Communication et partage des informations sont ainsi des éléments indispensables à la cohérence et l'exactitude des données constitutives d'un système d'information géographique du sous-sol.

Du fait de son défaut d'exposition à des méthodes d'acquisition ou de contrôle appliquées en surface (comme la photogrammétrie) et à un encombrement souterrain croissant de jour en jour, un système d'information géographique du cadastre souterrain



Vue 3D « de bas en haut » des canalisations souterraines.

présente des conditions particulièrement contraignantes. L'objectif du projet était donc d'effectuer une étude sur la faisabilité d'un SIG 3D du sous-sol ainsi que d'en réaliser un prototype. Standard SIG au sein de l'Etat de Genève, les produits et technologies ESRI ont servi de base à l'ensemble de cette étude.

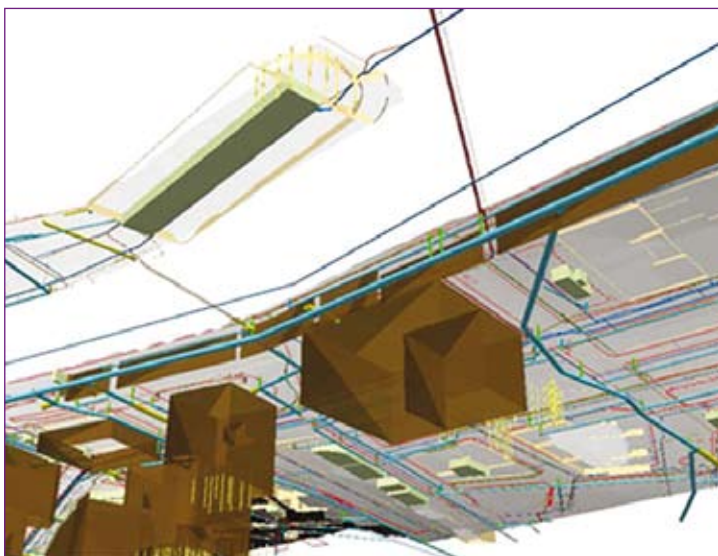
Plusieurs étapes ont été nécessaires pour la réalisation du SIG. Tout d'abord, nous avons recensé les outils, logiciels et études existants liés aux cadastres du sous-sol en 3D et aux cadastres 3D en général. Puis nous avons récupéré les classes d'entités disponibles et réalisé l'étude attributaire et géométrique des données, pour terminer par l'élaboration d'un modèle de données ainsi que d'une procédure d'acquisition des données.

Le bilan de ces recherches a tout d'abord permis d'effectuer un état des lieux des données utilisables pour le projet : données 2D (vecteur + attribut hauteur) et données raster (MNA, MNS, orthophotographies). Nous avons utilisé pour cela le catalogue de données à disposition (métadonnées) très complet au sein de l'administration genevoise.

Sur la base des données existantes, nous devons considérer que ce prototype ne serait finalement qu'un SIG « 2D et demi » puisque la troisième dimension n'y serait que déduite des informations attributaires dont nous disposons, à savoir l'altitude  $z$  des vecteurs 2D ainsi que les informations relatives aux diamètres des conduites des divers réseaux souterrains. Il reste que ces données ne sont pas intégrées à la géométrie des objets ce qui en limite les produits d'information géographiques dérivés, particulièrement utiles dans ce contexte.

L'extension *3D Analyst* pour *ArcGIS*, comprenant notamment *ArcScene*, un outil de visualisation 3D, ainsi que toute une gamme de fonctionnalités et de géotraitements dédiés aux données tridimensionnelles, nous a fourni un environnement applicatif puissant permettant de produire, d'exploiter et donc de valoriser ces informations sous forme spatiale dans la base de données géographiques d'entreprise *ArcSDE* d'ESRI.

Les données source de ce système d'information regroupaient le modèle numérique d'altitude, le réseau d'assainissement, le



Autre vue profonde avec figuration des ouvrages.

réseau des eaux claires, le réseau électrique (Services Industriels de Genève), le réseau télécom ainsi qu'un certain nombre de classes d'entités représentant des infrastructures souterraines comme les chambres, piliers, fondations, etc.

Pour permettre le passage de la 2D à la 3D, les classes d'entités 2D ont été converties, puis importées dans un modèle de données dédié dans une géodatabase ArcSDE à l'aide d'ArcCatalog et du produit FME (Safe software).



La borne TopoKiosk.

Deux cas se sont présentés à nous :

1. Nous disposons d'un attribut « z » ou « hauteur » : à ce moment, nous avons créé une vraie entité 3D renseignant la coordonnée z. Dans le cas de notre étude nous avons utilisé un outil gratuit : *ET GeoWizards 9.6* ; dans le cas d'une mise en production, nous aurions recours à l'utilisation d'un module spécialement conçu à l'aide des composants *ArcObjects* (ESRI), voir de scripts FME dédiés ;

2. Nous ne possédions pas cette information : en fixant arbitrairement la profondeur des chambres en fonction du type de réseau nous avons pu déduire, par soustraction aux altitudes fournies par le modèle numérique de terrain, une valeur z et l'intégrer aux géométries à l'aide des fonctionnalités de l'extension *3D Analyst*.

Très rapidement, la représentation tridimensionnelle des entités du sous-sol dont nous disposons a mis en évidence la complexité de cet environnement, de la gestion des données qu'il demande mais également du potentiel important que représente un SIG 3D dans la maîtrise de l'occupation du sous-sol.

Connus généralement pour la représentation de reliefs, de pers-

pectives urbaines et de paysages, les produits d'information dérivés de ces SIG tridimensionnels les plus célèbres sont le calcul de pentes, d'orientations, de profils, de couvertures visuelles et de lignes de propagation. Dans l'espace souterrain, ils permettent également d'obtenir une information masquée, invisible et indispensable dans ce contexte impliquant couches géologiques, nappes d'eau souterraines, infrastructures des bâtiments et d'autres aménagements urbains, réseaux de canalisations, etc.

Les conclusions de ce projet ont permis de ressortir trois points importants :

- × Les produits *ArcGIS* d'ESRI offrent aujourd'hui déjà un environnement permettant la mise en œuvre de SIG 3D, principalement du fait qu'ils proposent un format de géométrie et un modèle de données géographiques puissant, la géodatabase d'entreprise *ArcSDE*. Outils de consultation et de traitement dédiés y sont améliorés et complétés à chaque nouvelle version, que l'on connaît fréquemment chez cet éditeur qui annonce d'ores et déjà faire du domaine de la 3D un des points d'intérêt de son développement ;
- × La réalisation et l'exploitation d'un SIG 3D n'est pas complexe, elle reste néanmoins subordonnée à de fortes contraintes lors de l'acquisition des données, particulièrement dans le contexte souterrain ;
- × L'enrichissement nécessaire des fonctionnalités spatiales 3D de la gamme de produits *ArcGIS* fera des SIG 3D, dans un proche avenir, un outil puissant dans la gestion de notre environnement.

## Topokiosk, borne interactive en 3D

Le domaine de la représentation de projets d'urbanisme et d'architecture est probablement celui où l'on trouve aujourd'hui le plus

d'applications tridimensionnelles. Longtemps conditionné par la réalisation artisanale de maquettes en carton ou en bois, cette étape, fondamentale dans la création, puis dans la mise en œuvre de ces projets, a été bouleversée par les progrès spectaculaires de l'imagerie de synthèse et des représentations virtuelles, qui sont aujourd'hui incontournables dans toutes les grandes réalisations.

Parallèlement, l'évolution de l'interactivité des applications informatiques de ces dernières années a produit une demande croissante du public dans la maîtrise de l'accès aux informations. En réunissant ces deux aspects, *Google Earth*, application aujourd'hui connue du monde entier, a produit un vrai choc électrique dans le domaine jusque là très spécialisé des systèmes d'information géographique. Toutes ces applications que nous imaginions pendant tant d'années y ont trouvé un formidable outil, simple, mais dont la puissance d'information et de communication est indéniable.

C'est dans ce contexte que *TopoKiosk* a vu le jour. Accessible sous forme de borne publique à écran tactile, cette application a été réalisée dans le cadre d'un projet d'urbanisme dans le canton de Genève, pour la commune de Collonge Bellerive.

Visant à exposer divers projets d'architecture et d'urbanisme en les enrichissant du contenu du Système d'Information du Territoire Genevois (SITG), cette application SIG 3D intègre plusieurs métiers en un produit d'information tout public. Associant qualité et précision des rendus 3D à la richesse des informations et à l'interactivité d'un SIG, *TopoKiosk* se résume en une interface simple et intuitive permettant à son utilisateur de consulter ses projets.

Exploitant la technologie ESRI, cette application intègre une géodatabase où ont été importés



Rendu 3D de la commune de Collonge-Bellerive sur le TopoKiosk.

les projets *3D Studio Max* de divers bureaux d'architectes. En collaboration avec la société *Cybercity AG*, les bâtiments se trouvant dans une zone restreinte délimitant l'emprise générale des projets ont été saisis puis importés dans la géodatabase à l'aide de méthodes stéréophotogrammétriques semi-automatisées. Cette saisie a permis d'intégrer un niveau de détail allant jusqu'à la géométrie des avant-toits et des superstructures des bâtiments et produit donc une information visuelle réaliste du contexte bâti des projets.

Complétées du modèle numérique de terrain, des orthophotos et de diverses informations complémentaires du SITG (autres bâtiments, arbres,...), ces données ont été combinées dans un projet *ArcGlobe*, visualiseur de type « globe » de l'extension *3D Analyst* pour *ArcGIS*, puis publiées sous forme de document *ArcReader* d'ESRI, dont les composants gratuits ont permis la réalisation d'une application simplifiée et utilisable par tout un chacun.

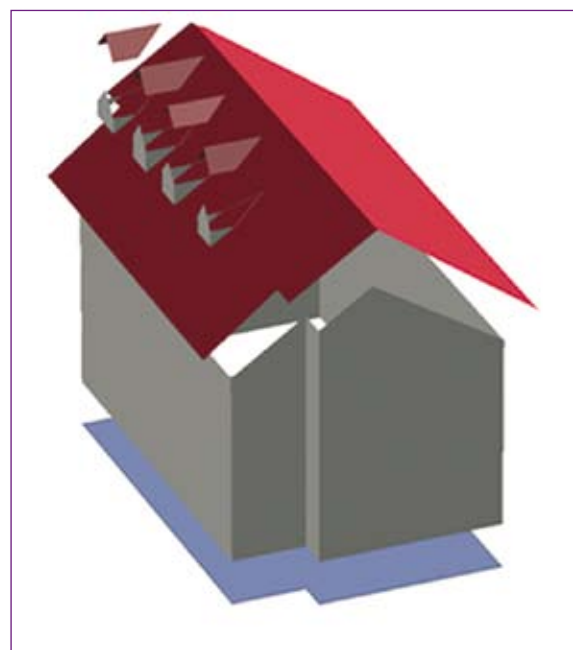
## Bâti 3D

En cours de réalisation, ce projet, mis sur pied par le Service de la Mensuration Officielle (SEMO) de

l'État de Genève, vise à effectuer l'acquisition de l'ensemble des bâtiments du canton de Genève à l'aide de méthodes stéréophotogrammétriques semi-automatisées puis à intégrer ces données dans un système d'information géographique d'entreprise.

L'intérêt et les besoins de ce projet se résument en 4 points :

1. **Décision** : de nouveaux outils d'aide à la décision permettront la valorisation des projets, une

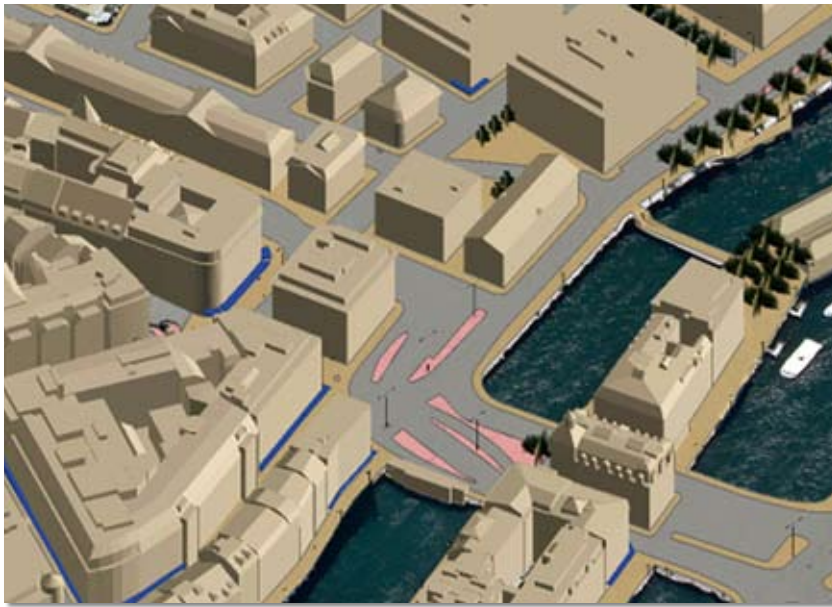


Maison individuelle découpée en unités 3D individuelles.

mesure précise de l'impact d'un projet sur son environnement. Ils permettront de favoriser le dialogue et les processus de concertation ainsi que de partager une vision commune entre les spécialistes et les non-initiés ;

**2. Gestion :** l'exploitation du potentiel des logiciels SIG permettra de disposer de données géoréférencées intégrées par les outils SIG et d'une nouvelle dimension pour gérer le territoire ;

Ces classes d'entités, liées par l'identifiant unique officiel de chacun des bâtiments cadastrés, regroupent les bases des bâtiments, leurs façades, leur toiture, les façades des superstructures et les toitures des superstructures. Elles seront complétées d'un ensemble d'attributs permettant de valoriser les informations volumétriques, surfaciques et d'orientation déduites lors des processus d'acquisition.



Exemple d'une future exploration 3D. Source : Service de la Mensuration Officielle de l'État de Genève.

**3. Communication :** les nouveaux outils de communication permettront la promotion d'un territoire, d'un patrimoine, d'un projet urbain et la consultation ludique, interactive et pédagogique pour les citoyens ;

**4. Économie :** elle s'effectuera grâce à la réduction des coûts (maquettes, reprises de données existantes, etc.) et un gain de temps.

Pas moins de 76 000 bâtiments seront donc saisis, puis intégrés dans la géodatabase d'entreprise de référence du Système d'Information du Territoire Genevois sous forme de cinq classes d'entités 3D (« *multipatch* ») avec une précision de l'ordre de trente centimètres.

Parallèlement, pas moins d'une trentaine d'objets remarquables (bâtiments, ponts...) seront saisis par photogrammétrie rapprochée, modélisés avec un niveau de précision supérieur et intégralement texturés.

En collaboration avec la société danoise *CowI A/S*, *GeoDataNetwork* est responsable d'un des maillons essentiels de cette acquisition consistant à vérifier, convertir, transformer et intégrer les données 3D dans le modèle de données géodatabase d'*ArcSDE*. En tant que partenaire local, notre société s'occupe également de la gestion de projet ainsi que de l'acquisition par photogrammétrie rapprochée des objets remarquables.

*COWI A/S* est une société dont la gamme d'activités, très large, comprend des compétences et des références solides dans le domaine de l'acquisition de modèles urbains en 3D. Basés sur la plateforme *MicroStation*, les outils qu'a développés cette société permettront d'atteindre les critères de qualité particulièrement contraignants de ce projet qui constituera une première sur le territoire suisse dans ce domaine. Exploitant les photographies aériennes obliques, le modèle numérique de terrain et l'empreinte cadastrale des bâtiments (vecteurs), les équipes de saisie danoises (dont les ressources humaines sont impressionnantes), associées à un système qualité performant dont *GeoDataNetwork* fait partie intégrante, permettront d'acquies ces données en moins d'une année.

Dans ce contexte, la géodatabase d'entreprise *ArcSDE* fournit un environnement performant, sûr et fiable pour la constitution du socle de ce qui sera certainement l'un des premiers systèmes d'information tridimensionnels officiels de Suisse. Les perspectives techniques laissent déjà entrevoir la réalisation d'un guichet cartographique 3D du SITG, la diffusion de données aux partenaires et utilisateurs du SITG, une plateforme d'échange de données avec les architectes (SIA), l'acquisition complémentaire des données 3D des ouvrages d'art tels que ponts, tunnels, passerelles et une texturisation réelle des façades et des toits des bâtiments.

Conceptuellement parlant, une charte d'éthique dans l'utilisation et l'exploitation des données 3D est en discussion et le développement de l'utilisation de la 3D dans l'administration (aménagement, énergie, environnement, mobilité, etc.) est actuellement un sujet qui génère passions, débats et créativité dans le domaine de la géomatique genevoise. □