Zeitschrift: Cadastre : revue spécialisée consacrée au cadastre suisse
Herausgeber: Office fédéral de topographie swisstopo
Band: - (2019)
Heft: 31

Artikel: Du BIM pour le sous-sol?
Autor: Domer, Bernd
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-880621

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Du BIM pour le sous-sol?

La modélisation numérique de l'environnement urbain est au cœur de l'attention depuis quelque temps, du fait notamment de la propagation de la méthode BIM. Le BIM, technologie disruptive[1], bouleverse notre façon de travailler à toutes les échelles: si les systèmes d'information géographique (SIG) gèrent aujourd'hui des territoires étendus, les systèmes de BIM aident d'ores et déjà à planifier les ouvrages au millimètre près. La Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA) a été mandatée par l'Office fédéral de topographie swisstopo et le canton de Genève pour répondre à la question suivante: jusqu'à quel point ces deux technologies peuvent-elles être utilisées pour une modélisation structurée des objets situés en sous-sol?

L'utilisation du sous-sol comme espace de construction ne cesse de gagner en importance. De grands projets d'infrastructure comme la gare de Löwenstrasse à Zurich ou les extensions prévues des gares de Genève et de Lucerne migrent en sous-sol, faute de place en surface et pour des raisons pratiques. Mais la modélisation tridimensionnelle du sous-sol est également nécessaire pour répondre à des questions semblant simples de prime abord (exemple: où peut-on encore planter des arbres pour améliorer le climat urbain?).

Que contient le sous-sol?

Les données extraites des SIG peuvent-elles fournir une image complète du sous-sol et peuvent-elles être importées dans les logiciels spécialisés adéquats (SIG, CAO/DAO et BIM) pour y poursuivre les traitements? Une taxonomie (classification) des objets existants a d'abord été établie pour cela. Elle est d'une surprenante diversité, puisque les objets suivants y ont notamment été identifiés:

- modèle de surface (terrain)
- couches géologiques
- racines d'arbres
- conduites de réseaux (eau potable, eaux usées, électricité, gaz, télécommunication, chauffage à distance, etc.)
- sous-sols de bâtiments
- objets géotechniques (palplanches, sondes géothermiques, etc.)
- tunnel
- objets virtuels: sols contaminés, sites archéologiques, restrictions de droit public à la propriété foncière.

Le canton de Genève dispose, depuis un certain temps déjà, d'un système d'information géographique riche et bien structuré, le SITG[2]. Bon nombre des objets précités se retrouvent dans cette énorme base de données. On constate néanmoins un écart qualitatif marqué par rapport aux données mises à disposition pour les objets en surface. Les indications de position tridimensionnelles requises n'existent pas pour tous les objets du sous-sol: ainsi, la profondeur fait défaut pour les conduites de réseaux et l'on connaît au mieux le nombre d'étages souterrains pour les bâtiments. Autre inconvénient, un contrôle rapide et peu coûteux des dimensions géométriques est impossible, contrairement aux objets en surface.

Les informations manquantes peuvent être obtenues grâce à des hypothèses complémentaires et des modèles en 3D utilisables peuvent ainsi être établis. La profondeur des conduites peut être déterminée de façon approximative en se fondant sur les directives de pose et sur des valeurs d'expérience. Une supposition portant sur la hauteur des étages souterrains peut également se révéler utile. Le rayon et la profondeur du système racinaire d'un arbre peuvent être évalués sur la base des dimensions de son houppier et de son essence. Les modèles ainsi établis comprennent des objets de précisions très diverses. Dans le cas déjà évoqué des conduites de réseaux, les positions horizontales sont connues avec une précision centimétrique, alors que les profondeurs évaluées sont bien moins précises. Cet état de fait doit être porté à la connaissance des utilisateurs.

Il est cependant légitime de penser que des modèles, même imprécis, permettent d'éviter des préjudices économiques, dès lors qu'ils sont rendus aisément accessibles dans des formats de données courants. Selon Geoff Zeiss, membre du directoire de l'OGC[3], 400 000 conduites de réseaux sont endommagées chaque année, rien qu'aux Etats-Unis, en raison d'indications de

[1] On appelle technologies disruptives (ou ruptures technologiques) des innovations prenant la place d'une technologie, d'un produit ou d'un service existant déjà ou qui l'évincent totalement du marché et rendent ce faisant obsolètes les investissements consentis par les acteurs dominant le marché jusqu'alors (source: Wikipedia.de, version traduite pour les besoins de l'article).

[2] https://ge.ch/sitg/

[3] OGC: Open geospatial consortium qui standardise entre autres CityGML

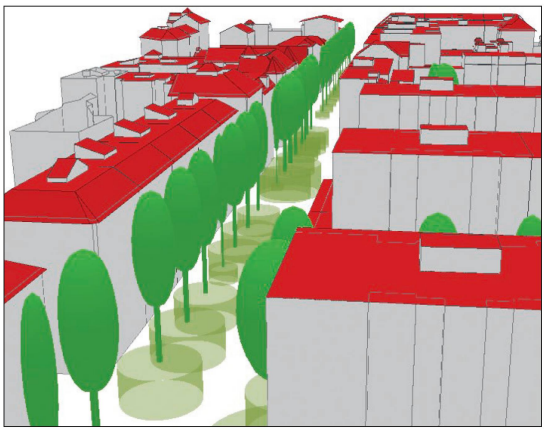


Figure 1: exemple de positionnement et de représentation volumique de racines d'arbres (par des cylindres) fondée sur des données mesurées et des hypothèses

position imprécises. Le coût se chiffre en milliards. Et même lorsque des indications précises sont disponibles, elles peuvent être trop difficiles d'accès. Au cours de l'hiver 2018, plusieurs logements ont ainsi été privés de chauffage durant une journée entière à Monthey parce qu'une excavatrice avait endommagé une conduite du réseau de chaleur. Les exploitants de ce réseau avaient bien mis les données géométriques à la disposition de l'office compétent, mais l'entreprise chargée des travaux s'est visiblement abstenue de les consulter.

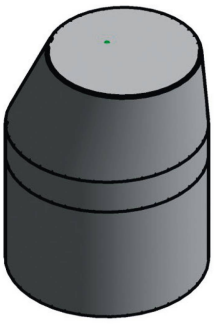
Comparaison SIG, CAO/DAO+ et BIM

Pour l'étude menée par la HEPIA, les données mises à disposition par le SITG ont été importées dans différents systèmes (SIG, BIM et CAO/DAO+). Par CAO/DAO+, on entend ici des logiciels spécialisés en génie civil qui n'entrent pas dans la catégorie des BIM. Il n'est pas surprenant que les SIG s'en sortent très bien pour l'importation de données, vu que les données de base proviennent d'un tel système. Les SIG ne constituent toutefois pas les outils de travail usuels pour la conception et la réalisation de constructions en sous-sol. Ils permettent toutefois d'identifier des conflits géométriques.

L'importation des données de SIG est aisée dans le cas des systèmes de CAO/DAO+ (logiciels spécialisés en génie civil). L'utilisation ultérieure se fait toutefois via des modules d'extension, conçus sur mesure pour le type d'application concerné (pose de conduites, forage de tunnel, etc.) et suivant des logiques d'utilisation très différentes. Ils ne permettent aucune modélisation orientée objet correcte sur le plan sémantique. Elle est pourtant déterminante pour une exploitation ultérieure. En outre, les possibilités d'exportation vers les logiciels de BIM sont insuffisantes.

S'agissant enfin des systèmes de BIM, il faut d'abord constater que le modèle de données qu'ils utilisent n'accepte qu'un seul objet du sous-sol, à savoir le modèle de surface (terrain). Il est cependant possible, via des voies détournées, de représenter aussi les objets manquants dans un modèle de BIM. Toutefois, l'«extracteur» du SIG doit d'abord exporter les données dans d'autres formats que *.SHP ou *.DXF. Dans le cas de figure testé par la HEPIA, il s'agit de fichiers ASCII qui sont lus par une application écrite dans un langage de programmation graphique (dynamo) avant d'être géoréférencés et représentés dans le modèle de BIM.

Le modèle ainsi établi est exporté comme IFC4 pour poursuivre l'analyse, par exemple pour vérifier la présence de collisions. En théorie, quelques objets susceptibles de prendre en charge des données d'objets du sous-sol de manière correcte sur le plan sémantique existent depuis IFC[4]. Et bien que la quasi-totalité des logiciels de BIM soient certifiés IFC4, ils attribuent auto-



Location ID	Location Typ	Easting	Northing	Ground Leve	Final Depth
298	RB	2499277.49	1117105.17	373.5	353.5
344	RB	2498995.47	1117032.17	376.28	360.28
361	RB	2499048.47	1117036.17	375.5	367.5
401	RB	2499379.49	1117024.17	374.13	366.13
408	RB	2499183.48	1117090.17	374.2	355.8
422	RB	2499469.49	1116980.17	374.32	366.32
433	RB	2499021.47	1117100.17	372.9	360.9
434	RB	2499077.49	1117168.17	373.5	361.5
475	RB	2499043.47	1117073.17	375.32	360.32
476	RB	2499100.48	1117143.17	373.56	358.56
487	RB	2499473.5	1117085.16	374.26	354.26
488	RB	2499518.5	1117047.17	374.49	359.49
489	RB	2499529.5	1116996.17	374.67	354.67
490	RB	2499566.5	1117027.17	374.84	364.84
544	RB	2499504.51	1117120.16	374.58	354.58
545	RB	2499528.51	1117080.16	374.71	354.71
546	RB	2499573.51	1117060.16	374.79	354.79
549	RB	2499286.47	1116735.18	375.9	345.9

Conduite	Startpoint	Endpoint
A	223	225
C	224	225
B	223	224
D	224	295
E	225	295
F	295	298

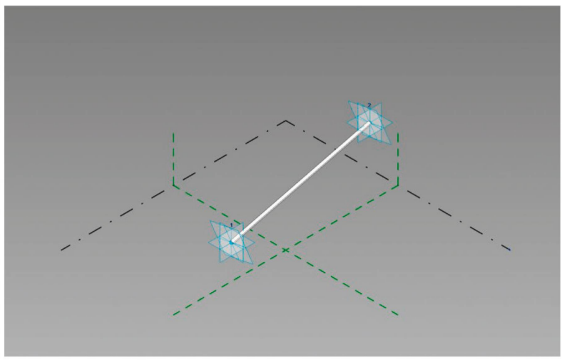


Figure 2: intégration d'un réseau de conduites via des objets paramétriques et des fichiers de relations

[4] IFC ou Industry Foundation Classes est une norme en matière d'échange de données openBIM.

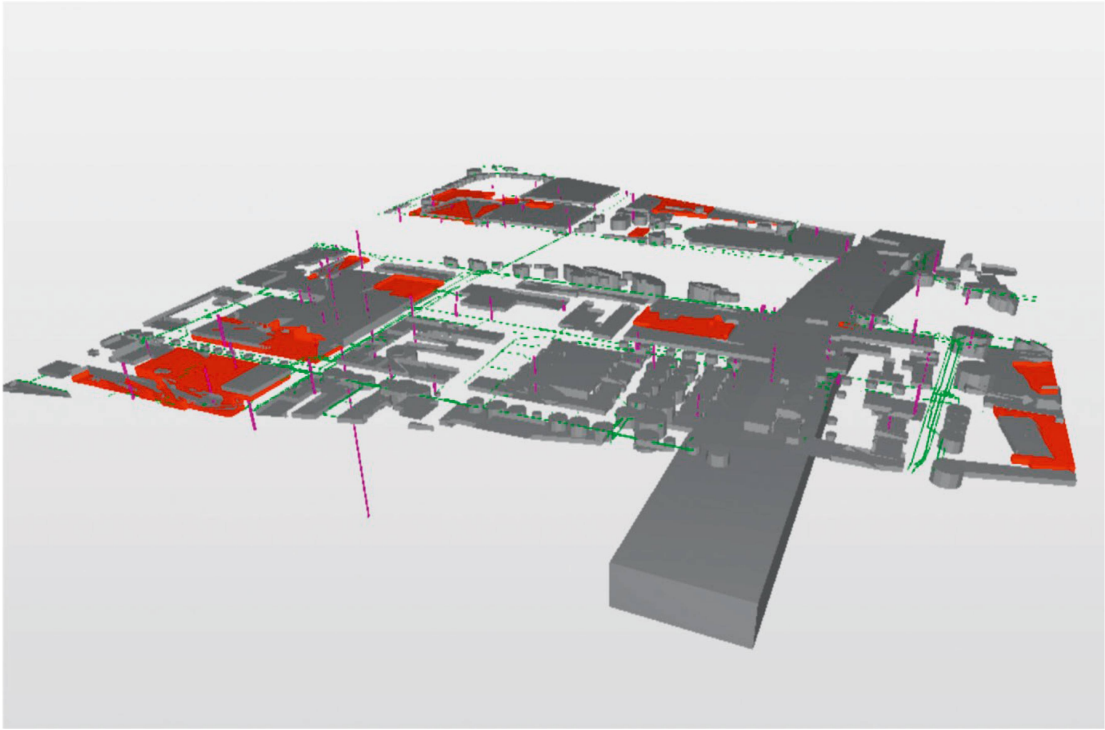


Figure 3: classification sémantiquement correcte d'objets souterrains dans Solibri

matiquement, mais de manière sémantiquement erronée, les objets inconnus au «IfcBuildingElementProxy». Explication: la certification ne concerne que des exportations normalisées avec précision (comme «Design Transfer View» ou «Reference View») qui ne contiennent pas les objets souhaités. Un essai de collision peut toutefois être effectué en empruntant une voie détournée, à savoir une classification dans le logiciel d'analyse.

Du BIM en sous-sol – c'est possible, mais avec des réserves

On peut recourir au BIM pour la documentation du sous-sol, mais des efforts supplémentaires restent à entreprendre pour l'heure du côté de buildingSMART[6] et de l'OGC pour permettre l'intégration de leurs structures de données. Avec IFC5, buildingSMART veut étendre le modèle IFC à des ouvrages linéaires (ponts, tunnels, routes). Les conduites de réseaux extérieures aux constructions ne font cependant pas partie du modèle. CityGML, structure de données interopérable dans le domaine des SIG, offre la possibilité de les intégrer en passant par une ADE[7].

Le suspense reste donc entier: les systèmes de BIM vont-ils parvenir à s'imposer dans le domaine des SIG ou est-ce l'inverse qui va se produire? La question n'est pas définitivement tranchée et une coexistence, basée sur deux modèles de données en recouvrement, semble plus probable. Une meilleure base de données, interopérable, serait importante. Même un système tel que le SITG, connu pour être performant si on le compare à ceux d'autres cantons, ne peut pas mettre toutes les données requises à disposition. Des prescriptions plus précises pour la saisie de la géométrie, de la topologie, des attributs et des métadonnées des objets souterrains, réunis de manière exhaustive dans un modèle de données numérique, seraient d'un très grand secours en cette matière.

Que swisstopo et le canton de Genève soient enfin chaleureusement remerciés ici pour avoir financé l'étude de ce thème passionnant.

Bernd Domer, Dr ès sc. EPFL
HES-SO, HEPIA, Genève
bernd.domer@hesge.ch

[5] Solibri Model Checker est un logiciel servant à sécuriser et à contrôler la qualité de modèles BIM.
[6] buildingSMART est l'association internationale qui normalise l'IFC.
[7] ADE: Application domain extension