

Genève entre dans l'ère de la 3D

Genève : Rade et centre ville, HEPIA-SITG.

Avec la mise en place progressive d'un socle constitué des principales composantes nécessaires à modéliser le territoire en 3D – bâti, infrastructures de communications, végétation, mobilier urbain, modèle de terrain et ouvrages d'art – il est possible d'affirmer qu'aujourd'hui le canton de Genève entre dans l'ère de la troisième dimension !

Pourquoi le canton de Genève investit dans ce domaine ?

La troisième dimension constitue sans conteste une percée majeure en matière d'outils de politiques publiques. Tant pour ce qui concerne la gestion du territoire au quotidien, que pour la compréhension des projets d'aménagement, la concertation entre les collectivités, les élus et

la population, mais aussi et surtout pour son aide à la prise de décision. L'ampleur des possibilités offerte par la 3D permettrait presque de contredire le principe fondamental selon lequel « *la carte n'est pas le territoire* » (Citation de A. Korzybski (NDLR).

Deux dimensions ne suffisent plus à expliquer le territoire

Les bases de données 2D dont dispose Genève sont déjà très complètes (SITG). En intégrant des informations concernant les volumes réels, les hauteurs et les surfaces verticales des objets, un nouveau seuil pourra être franchi.

En effet, l'enrichissement des méthodes de représentation du territoire est un atout pour la mise en œuvre coordonnée des politiques publiques relevant notamment de l'aménagement du territoire, de la mobilité, de l'environnement, de la nature et du paysage, de l'agriculture et de l'eau.

Une multitude de besoins et attentes des différents domaines œuvrant sur le territoire

Mis à part son utilisation classique de rendu visuel des bâtiments et de la ville – sous forme d'images, de maquettes en temps réel ou d'animations pré-calculées – la 3D va permettre de répondre à une multitude de besoins et attentes sous forme d'éléments chiffrés (indicateurs), de simulation (tests d'hypothèses) ou d'analyse spatiale 3D (carte de visibilité).

L'objectif, en construisant le « socle 3D » cantonal, est de réaliser quelque chose qui aille bien au-delà d'une représentation statique et inerte se bornant à indiquer la position, l'originalité ou la beauté d'un bâtiment, d'un paysage. Ce qu'il est convenu d'appeler « la 3D » doit permettre en effet de faciliter la compréhension des projets, en vue d'un meilleur niveau de concertation avec la population et les élus. C'est essentiel, notamment afin d'éviter

Laurent NIGGELER ■ Service de la mensuration officielle – République et canton de Genève – www.ge.ch/sem0/3D
Olivier DONZÉ – Yacine BENMANSOUR – Michael TRANCHELLINI ■ Groupe de recherche MIP (Modélisation Informatique du Paysage) – HEPIA (Haute Ecole du Paysage, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève)

les recours, qui sont toujours une menace et un grand consommateur de temps.

Cela permet aussi d'améliorer la prise de décisions en matière d'aménagement du territoire, par exemple en matière de construction, de mobilité et de protection de l'environnement. La 3D est utile, en particulier, pour présenter et comprendre les différents projets d'aménagement qui sont en cours sur le territoire cantonal dans le cadre de l'agglomération transfrontalière (cf. le dernier numéro de *Géomatique Expert*, article de L. Détraz). La représentation des données du territoire cantonal en 3D apporte une nouvelle perspective, également dans le domaine des grands projets, tels que le développement du réseau de tram, le futur RER régional, ou encore l'implantation de tours dans de futurs quartier à réorienter.

C'est un formidable moyen de simulation, pour la gestion de notre espace de vie. Les données 3D permettent de réaliser des maquettes numériques en trois dimensions, dont le niveau de réalisme et l'exactitude des mensurations sont avérés, et dont l'émetteur des données se porte garant.

Avec les traditionnelles maquettes de carton, de polystyrène ou de bois notamment, le niveau de documentation des projets était plutôt restreint et surtout peu flexible. Que ce soit en matière de préavis sur les plans localisés de quartier ou sur les demandes d'autorisation de construire, la représentation en 3D numérique permet une meilleure compréhension du contexte, du volume des bâtiments projetés et de leur intégration avec le voisinage.

La 3D apporte une puissance de représentation qui permet de maîtriser les coûts des projets, en proposant des représentations

sous forme d'images, fixes ou animées, explicites et évolutives.

Et enfin, elle permet de faciliter les expertises des services de l'administration, par exemple dans les domaines du bruit et de la gestion de l'énergie. Posséder la géométrie en trois dimensions des bâtiments permet par exemple de calculer les volumes chauffés. Il est possible désormais d'analyser avec précision les toitures et leur orientation, en vue de l'installation de panneaux solaires. Ce sont des informations utiles, au moment où la politique publique en matière d'énergie prône des mesures d'économie, de meilleure isolation et le contrôle plus strict de la consommation des immeubles.

En résumé, les usages visés par l'administration cantonale et les collectivités territoriales sont :

- la planification,
- la concertation/décision/promotion,
- l'analyse/diagnostic,
- l'interaction/intégration.

Un SIG 3D et non une maquette 3D

Avec de tels objectifs, le SIG 3D est incontournable. En effet une simple maquette de représentation n'est pas capable de répondre aux demandes d'interaction et d'intégration des différents domaines liées au territoire et encore moins au diagnostic de situations complexes nécessitant des éléments chiffrés ou d'analyse spatiale 3D.

Par ailleurs, la richesse du SIG 2D doit pouvoir être utilisée directement pour le territoire 3D. De plus, un modèle de données rigoureux pour les classes d'objets 3D, permettant d'intégrer les différentes composantes de chaque objet (attributs, géométrie,

texture, modèle, etc.) est le garant d'une utilisation fiable, complète et stable.

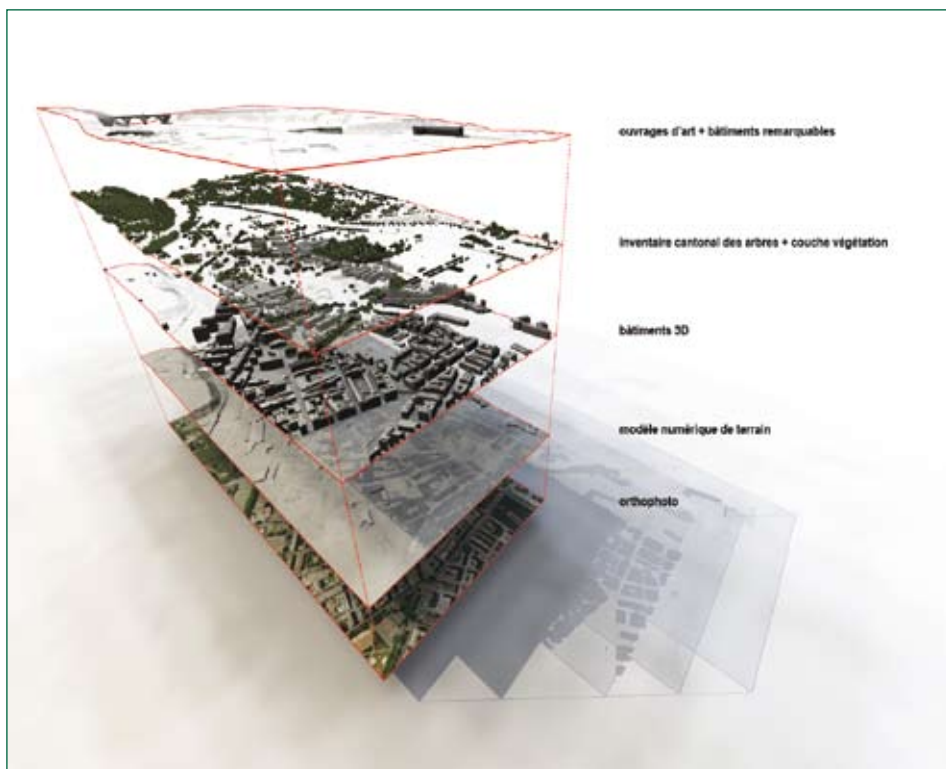
Avec ces pré-requis, il est ensuite possible de définir et mettre en place des passerelles entre les logiciels de DAO, de maquettage 3D, de simulation, etc.

La 3D genevoise vient donc tout naturellement enrichir le SIG 2D. En voici quelques avantages :

- Utilisation de l'organisation du SIG 2D (www.sitg.ch) ;
- Utilisation de toute l'infrastructure technique et informatique du SIG 2D ;
- Interaction directe et immédiate avec les objets 2D ;
- Utilisation des outils d'analyse 2D et 3D ;
- Géoréférencement et géométrie identique entre 2D et 3D ;
- Centralisation des données 2D et 3D.

Le socle 3D est en cours d'acquisition

Après deux ans d'un travail complexe de saisie et de contrôle, un ensemble d'environ 80 000 bâtiments et plus de 20 ouvrages d'art, tels que les principaux ponts qui traversent le Rhône et l'Arve sur le territoire cantonal, sont rendus en 3D dans leur aspect « réel ». À raison de 8 euros TTC environ pour chaque bâtiment numérisé, le coût de cette opération, sur deux ans, représente un montant de de l'ordre de 600 000 euros. Outre les bâtiments, les ouvrages d'art et les voies de communication, qui constituent le cadre bâti du canton, le « socle 3D » c'est aussi la végétation, qui fait partie des données à numériser. En partenariat avec le Jardin botanique de la Ville de Genève, l'Université et les communes, la Direction de la nature et du paysage est en train de réaliser



l'inventaire cantonal des arbres. C'est une seconde étape de la numérisation du territoire cantonal, qui va demander encore deux ans de travail d'acquisition.

La 3D sur le web

Pour visualiser notre territoire, avec les données 3D actuellement disponibles, un « guichet 3D » a été mis en œuvre sur *internet*. Il s'agit d'une évolution du système d'information géographique du territoire genevois. Ce système d'information, que l'on connaît aussi sous son acronyme technique – le « SITG » – présentait jusqu'à présent de manière classique, en deux dimensions, l'ensemble des données disponibles de notre territoire.

Pour rappel, l'accès au SITG est gratuit pour les professionnels et pour toutes les personnes qui ont une mission dans le domaine de la gestion du territoire. Ce système est porteur d'une information très riche, qui comprend plus de 500 classes différentes d'entités réper-

torisées, que ce soit par exemple en matière de protection contre le bruit, d'infrastructures culturelles, de zones inondables, de recensement des terriers.

Le *Google Earth* genevois se fonde sur une véritable base de données dont la qualité est certifiée par les partenaires du SITG. Grâce à la technologie *Skyline*, l'internaute peut naviguer en 3D et interroger les différents éléments du paysage.

Exploitation du SIG 3D

Hepia (Haute École du Paysage, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève) est un partenaire du SITG. Le groupe de compétences MIP (modélisation informatique du paysage) cherche, depuis quelques années, des points de convergence entre les SIG et l'imagerie 3D. D'un côté, traiter des maquettes de grands paysages devient peu à peu une réalité grâce à l'augmentation de puissance de calcul

des ordinateurs de bureau. D'un autre, la seule source de données numériques à grande échelle sont les SIG.

Les outils de visualisation 3D de données fourni(e)s par les éditeurs de logiciels SIG sont des outils d'analyse, mais ils ne sont pas adaptés à la production d'images réalistes ou de qualité à destination des décideurs et du grand public. À l'inverse, les logiciels d'imagerie de synthèse ne sont pas capables de gérer des objets en gardant le lien avec leurs données attributaires et de conserver le géoréférencement.

Le concept de maquette 3D du canton de Genève refuse la gestion de deux maquettes parallèles. Une maquette SIG doublée d'une maquette de visualisation demande bien trop de travail pour être efficiente à long terme avec des risques de décalage réels. Des passerelles doivent être trouvées.

Créer une maquette de visualisation

Le logiciel de modélisation 3D utilisé est *Cinema 4D* de *Maxon*. Il s'agit d'un outil du même type que *3DStudio* ou *Maya* qui sont utilisés entre autres dans toutes les productions hollywoodiennes. Le premier défi a été de générer le modèle numérique de terrain à partir du fichier Grid plutôt que d'utiliser les courbes de niveau qui sont déjà une interprétation de ce fichier. Un plugin transformant les données en un maillage quadrangulaire a dû être écrit. Le script intègre également une simplification du maillage selon l'algorithme de Delaunay, afin de réduire le nombre de polygones.

Cette première étape révèle la démarche de base qui a été suivie.

L'objectif est d'automatiser au maximum toute la procédure. En agissant de la sorte, l'argument « temps-énergie-coût » pour la création d'une maquette-socle tombe et garantit l'usage de données à jour.

La logique est celle du push, les données SIG sont poussées vers la maquette de visualisation. À l'heure actuelle, il n'y a pas de volonté de renvoyer des informations vers le SIG.

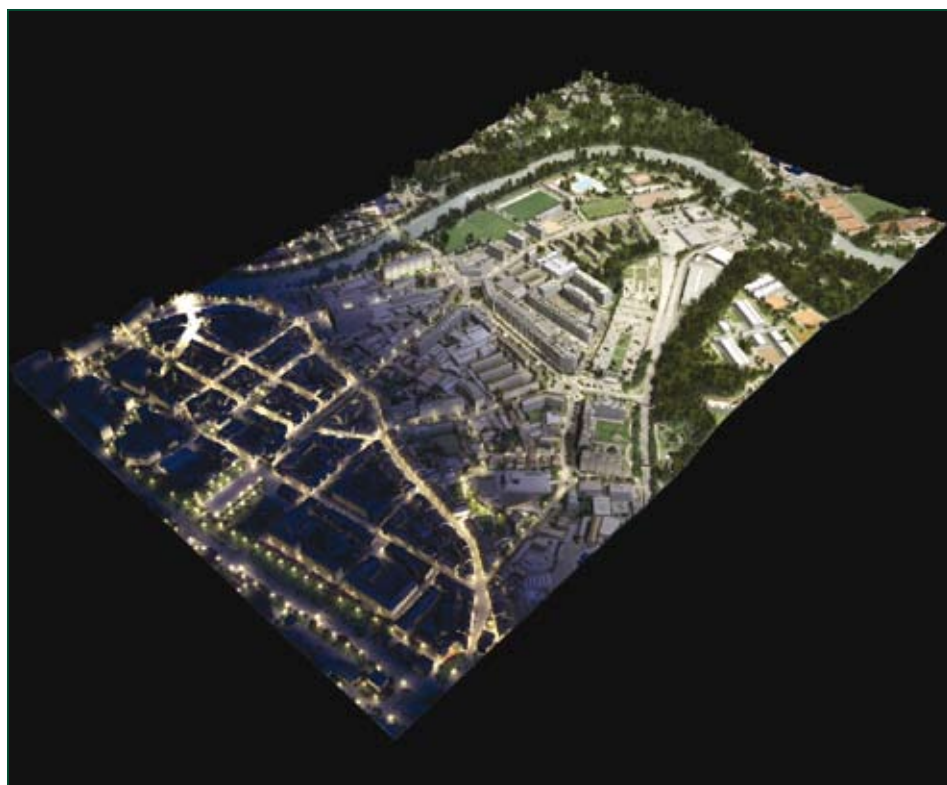
Un autre outil développé permet d'habiller le modèle numérique de terrain avec l'orthophotographie en se basant sur les fichiers de calage. Cette procédure peut être utilisée avec n'importe quel raster. Le socle est terminé et va devoir être complété.

Garder le lien avec les données sources

Les bâtiments proviennent naturellement de la couche *Bati3D* du SITG. Deux options sont ouvertes: exporter les bâtiments dans un format standard au monde de la modélisation 3D tel que *.3ds* ou créer un lien sur un *Shapefile* de type multipatch. La deuxième solution a été privilégiée et a nécessité l'écriture d'un autre plugin.

L'avantage de cette solution réside dans la possibilité de mettre à jour le *Bâti3D* de la maquette de visualisation en remplaçant simplement les fichiers multipatch par une nouvelle version. Par ailleurs, le lien vers les données attributaires est également conservé et celles-ci peuvent être utilisées pour enrichir la maquette.

La même approche a été suivie pour tous les autres types de *shapefiles* (points, lignes, surfaces). Un inventaire des arbres isolés



Le quartier de Fontenette (Carouge) le jour et la nuit (HEPIA/SITG).

est en cours. L'importation des données de type point couplé aux informations attributaires permet d'ajouter la végétation arborée sur la maquette tout en définissant un symbole par type d'arbre (tige, baliveau, cèpée, conifère) ainsi que sa taille (hauteur et diamètre de la couronne).

On peut même imaginer intégrer la hauteur du tronc sous couronne pour les arbres-tiges qui est une donnée importante le long des avenues. Si l'information est absente, l'altitude d'insertion des arbres peut être calculée sur base du MNT et leur hauteur sur le delta entre MNT et MNS.

Le réseau des transports publics, par exemple, peut être mis en évidence dans une maquette de visualisation en utilisant un *shapefile* contenant des polygones. Les couleurs des lignes dépendant alors de l'attribut de numéro de ligne. Faire circuler des bus et des trams virtuels n'est plus une utopie.

Les forêts

Les acteurs du grand paysage sont souvent frustrés par la représentation des massifs boisés dans les maquettes. Nous avons apporté une réponse en utilisant les informations d'occupation du sol au format *raster* ou *shapefile*. Chaque surface forestière peut alors être plantée d'arbres. Le volume du massif arboré est calculé par différence entre le MNT et le MNS. Cette approche permet d'utiliser des données SIG dans des outils de modélisation 3D avec une grande flexibilité, tout en donnant l'accès à la puissance en termes de modélisations de projets à venir et de qualité de rendus des professionnels de l'imagerie.

Les flux et le temps qui passe

Le modèle de ville en 3D n'est plus une utopie. Les défis et les données



Visualisation du sur- et du sous-sol.

à disposition sont de plus en plus complets et complexes. Les *Agendas 21* et le développement des projets intégrant les problématiques du développement durable impliquent que les acteurs ont besoin de visualiser les informations à disposition. Trop souvent, les représentations en 2D montrent leurs limites lorsque l'information est trop dense ou l'interlocuteur inexpérimenté dans la lecture de ces documents touffus. Imaginer la faire passer en 3D est un défi.

L'utilisation des outils de réalité virtuelle peut être une réponse. En effet, elle permet aujourd'hui déjà de représenter l'aspect dynamique des informations. Le trafic à 8 h 30 n'est pas le même qu'à 22 h et dépend de l'activité de la cité alors que les mouvements de masses d'air déplaçant les polluants dépendent de la course du soleil et de la couverture nuageuse. Le sous-sol est encore plus complexe à imaginer, car inaccessible à nos cinq sens. Peut-on planter un arbre sur cette place ? Comment ses racines vont-elles interférer avec les réseaux d'électricité, de télévision par câble, d'eau, de gaz, de téléphone... aujourd'hui et demain. Il existe un réel besoin de représenter cette complexité en y intégrant la durée.

Perspectives

Le dicton « *l'appétit vient en mangeant* » peut également s'utiliser pour la 3D. Le maquettage de plusieurs projets d'infrastructures de transports et d'aménagement sont en cours et nécessitent l'apport d'objets tridimensionnels supplémentaires comme les ponts, tunnels, les candélabres et le mobilier urbain.

Ce type de projet est une « mine » d'apprentissage pour tous les acteurs concernés tant publics que privés. Cela met en jeu notamment les perspectives suivantes :

- Poursuivre la saisie des données du socle 3D ;
- Mettre en place une bibliothèque centralisée des objets du mobilier urbain dans le SITG ;
- Fixer des chartes graphique de représentation (sémiologie 3D, ou comment rendre lisible des informations dans un contexte 3D) ;
- Définir avec les mandataires des normes d'échange pour les données nécessaires à l'aménagement du territoire ;
- Adapter la façon de construire, de gérer et de communiquer sur les projets (impact de la 3D les processus) ;

- S'intéresser à de nouvelles techniques d'acquisition de données ;
- S'interroger sur la valeur juridique de la 3D dans les procédures administratives (une visualisation 3D est-elle opposable à des tiers ?).

Conclusion

Le canton de Genève a choisi de compléter par étapes son SIG avec des données 3D, géoréférencées, géométriquement justes et d'une grande qualité. Cette démarche peut paraître longue et lourde, et n'apporte pas rapidement des résultats spectaculaires avec des scènes 3D très réalistes.

Ce n'est que partie remise. En assurant un socle de données fiables, actualisé, rigoureusement modélisé, sur lequel toutes les applications vont pouvoir s'appuyer sera à moyen terme un gage de réussite et d'interaction non seulement avec le fonctionnement du SITG, mais également avec les multiples usages actuels et futurs de la 3D.

À terme nous voulons aboutir à une plateforme de visualisation et de simulation urbaine en temps réel, en vue d'une gestion adéquate et complète de l'information du territoire en 3D :

- Projection en 3D de l'actuel système d'information du territoire en 2D (en partie) ;
- Exemplarité du point de vue de son fonctionnement (charte éthique 3D) ;
- Concertation, mise en commun, utilisation par chacun des intervenants des mêmes données et des mêmes critères de représentation ;
- Dispositif intégré, dont le fonctionnement repose sur le consensus et dont les partenaires sont volontaires pour l'utiliser et le maintenir ;
- Evaluation facilitée des projets, en vérifiant qu'ils correspondent à la physionomie et aux fonctionnalités réelles du territoire. ■