



© Imagina - Métropole de Lyon



imagina 2009

AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Tome 1

IMAGINA, la 3D au service des collectivités

Etude réalisée pour IMAGINA en février 2009
par Hervé HALBOUT – Consultant expert SIG et 3D



Laurent PUONS
Directeur Général IMAGINA

L'édition d'Imagina 2009 a vécu, ce fut une réussite. Salon européen incontesté depuis de nombreuses années dans les domaines des effets spéciaux, de l'architecture des médias et du divertissement, nous avons fait le choix depuis deux ans de nous ouvrir à un nouveau domaine : celui de la 3D territoriale.

Ce choix est dû à la fois à l'évolution technologique des outils logiciels et surtout à la prise de conscience des collectivités qui, après avoir investi dans la mise en place de SIG et la structuration de nombreuses données de références en 2D, réfléchissent aujourd'hui à l'utilisation de la 3ème dimension comme élément de présentation, de communication, de concertation et comme outil d'aménagement de leur territoire. Ayant eu très tôt la vision de cette évolution, nous avons proposé l'année passée une première ouverture en direction des collectivités territoriales françaises, afin que celles qui avaient franchi le pas de la construction d'une maquette numérique 3D puissent montrer les résultats de leurs premiers travaux. L'intérêt des premiers participants nous a incité à récidiver cette année en mettant en place pour la première fois un «village territorial», ainsi qu'un cycle de conférences dédiées.

C'est dans ce cadre que j'ai sollicité au second semestre 2008 la compétence d'un expert du SIG et de la 3D en la personne d'Hervé HALBOUT, afin qu'il réalise une étude générale sur l'utilisation de la 3D sur le territoire français. Il est vite apparu que la dimension francophone s'imposait et nous avons retenu d'un commun accord cet axe exploratoire. C'est le résultat de ce travail que j'ai le plaisir de vous communiquer aujourd'hui et que je vous invite à découvrir. Nul doute qu'il donnera des idées à toutes celles et ceux qui réfléchissent à l'utilisation de la 3D pour leur territoire, du décideur au technicien.

Suite au succès de cette opération, nous allons pérenniser et amplifier la présence des collectivités territoriales dès 2010, afin que la 3D de l'aménagement, de la concertation, de l'interopérabilité soit encore plus présente. La présente étude va être mise à jour, complétée, étendue à d'autres organismes francophone. L'accent sera également mis sur la formation, qu'elle soit en cursus classique ou continu, par l'intermédiaire du «carrefour des écoles», initié cette année. Imagina devient ainsi le salon européen de référence dans ce domaine.

Remerciements

Nous tenons à remercier nos interlocuteurs dans les collectivités territoriales (Villes, Communautés d'agglomération, Communautés urbaines) qui ont accepté de prendre de leur temps pour répondre à nos questions. Leur nom est systématiquement mentionné à la fin de chaque fiche territoriale, ainsi que leur photo lorsqu'il ont accepté qu'elle soit publiée. Nous les remercions également pour l'iconographie qu'ils nous ont fournie et qui permet d'illustrer concrètement leurs propos dans cette étude.

Iconographie et propriété

Les images qui illustrent chaque interview sont la propriété de chaque fournisseur et sont soumises aux droits de propriété en vigueur. Toute réutilisation (copie, reproduction) en-dehors du cadre de cette étude devra faire l'objet d'une demande spécifique à son propriétaire.

SOMMAIRE

04	INTRODUCTION
06	BREST METROPOLE OCEANE
10	COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DU BEAUVAISIS
14	COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DU PAYS DE MONTBÉLIARD
18	COMMUNAUTÉ D'AGGLOMERATION DE POITIERS
22	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES
26	GRENOBLE - ALPES MÉTROPOLE (LA MÉTRO)
30	MONTPELLIER AGGLOMERATION
34	NANTES METROPOLE
38	RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
42	VILLE DE CANNES
46	VILLE DE COURBEVOIE
50	VILLE D'ORLEANS
54	VILLE DU HAVRE
58	VILLE DE MONTREAL
62	VILLE DE RENNES
66	SYNTHESE ET ANALYSE
69	LE CARREFOUR DES ECOLES
70	LA CHARTE D'ETHIQUE 3D
72	CONCLUSION

Introduction



Lorsque Laurent PUONS, Manager Général d'Imagina m'a contacté au second semestre 2008 pour me proposer de réaliser une étude sur l'utilisation de la 3D dans les collectivités territoriales françaises, j'ai immédiatement accepté, convaincu de l'intérêt d'une telle démarche. Alors que les Système d'Information Géographique dans les collectivités atteignent une certaine maturité, dans nombre d'entre elles l'utilisation de la 3D est maintenant en plein essor.

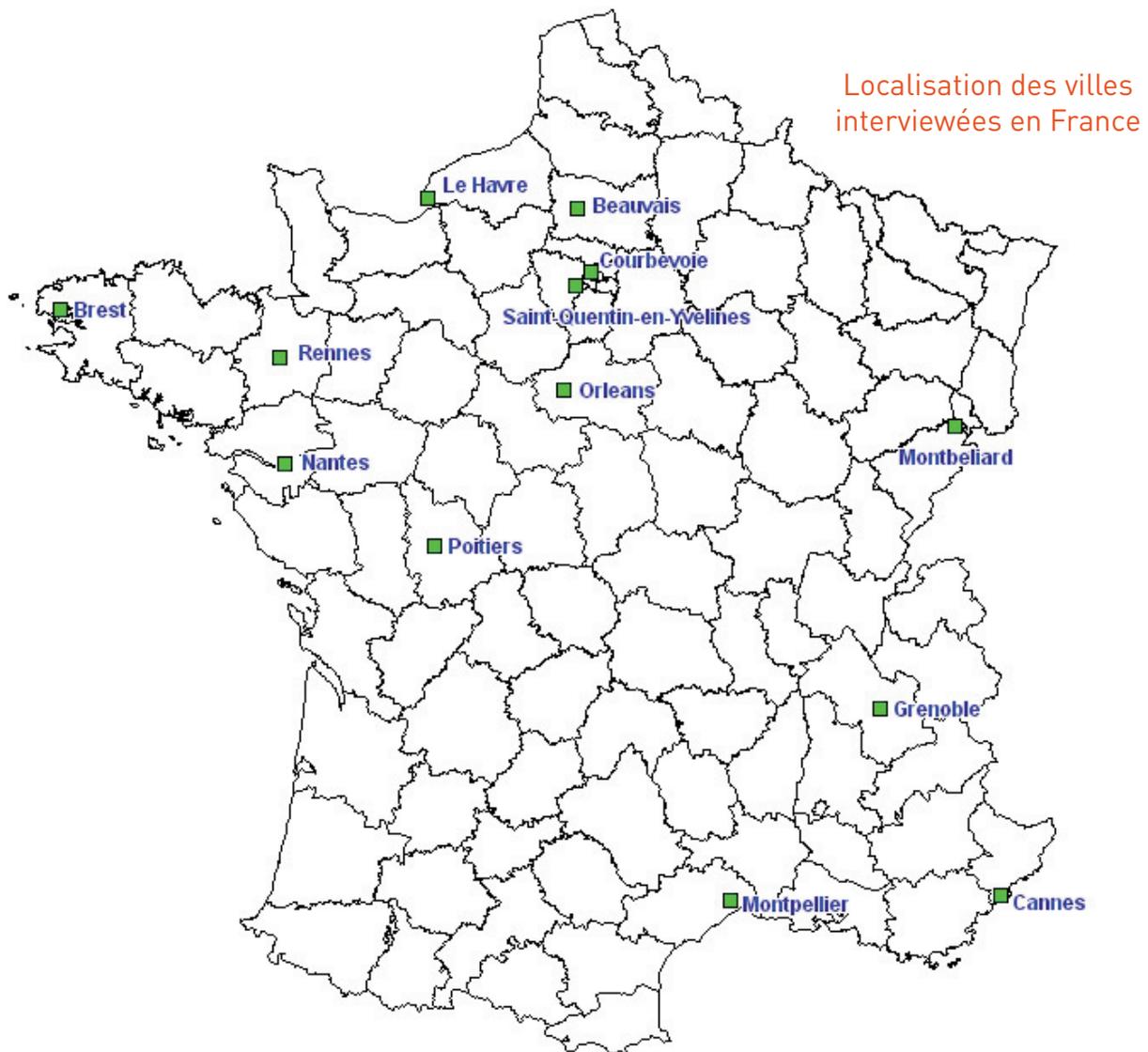
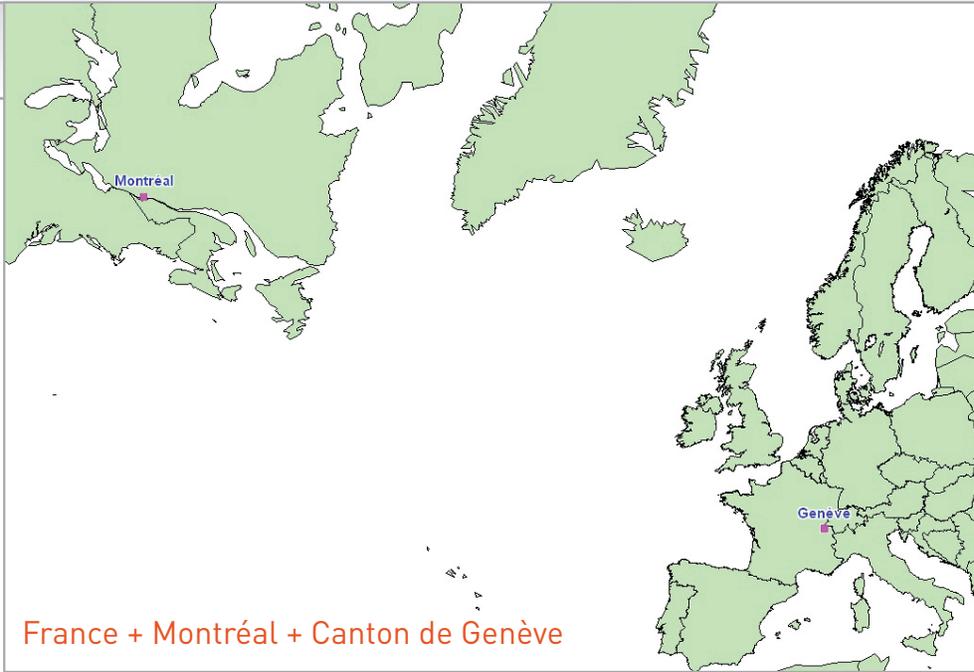
Devant l'ampleur de la tâche et en prenant en compte les délais impartis par les dates du salon Imagina 2009, j'ai fait le choix de limiter mes investigations à des collectivités de type ville ou communauté d'agglomération. J'ai temporairement laissé à l'écart les grands territoires, comme les départements, par exemple, qui ont aussi construit une maquette en 3D. Ce choix n'a pas été exclusif, mais simplement rationnel. Je souhaite revenir ultérieurement sur ces territoires dont le jeu des échelles est bien sûr complémentaire à celui des villes et agglomérations.

De part ma connaissance de la 3D et à la suite d'échanges réguliers et fructueux avec Philippe THEBAUD (TUP/GVA), également intervenant pour Imagina, j'ai souhaité élargir le champ de l'étude à la dimension francophone en intégrant aux interviews le Canton de Genève et la ville de Montréal.

Au total, vous trouverez dans cette étude 15 fiches thématiques présentant autant de villes et agglomérations, avec une quantité d'informations faisant état de leur démarche initiale et de l'avancement de leurs projets. Une iconographie fournie par les responsables des projets est intégrée à chaque fiche.

L'évolution technologique dans la 3D et la prise en compte de ce type de besoin par les éditeurs de logiciels a permis de grandes avancées dans ce domaine. Il reste toutefois à travailler plus finement le chapitre des usages pour que les utilisateurs que sont les collectivités et aussi le public soient pleinement associés à cette évolution naturelle qu'est la construction d'une maquette numérique territoriale en 3D.







Historique

Fin 2007, une maquette 3D a été réalisée pour visualiser l'emprise du futur tramway. Cette maquette assez sommaire d'une précision limitée, avec juste une superposition de l'orthophotographie, a permis de communiquer en séances publiques d'information. Elle couvrait un territoire d'environ 15 km de long, sur 50 à 100 m de large, le rendu réaliste étant limité au parcours lui-même. Elle a été réalisée pour le compte de la SemTram, qui a d'ailleurs présenté le projet à Imagina en 2008. Ce premier essai a amené l'idée d'étendre la maquette numérique à l'ensemble de la ville et de l'agglomération. Des visites à la ville de Rennes ou du Havre ont amené la conviction de l'intérêt d'une telle maquette, à la condition toutefois que celle-ci soit unique pour l'ensemble des acteurs qui construisent la ville.

Les données utilisées

L'orthophotographie a été faite à partir d'une prise de vue aérienne de 2004, avec un MNT de précision limitée.

Les usages actuels et futurs

Les besoins prioritaires qui ont été identifiés concernent l'aide à la décision dans l'implantation de projets d'urbanisme dans leur environnement réel. La Sem Brest Métropole Aménagement a fait réaliser une maquette numérique sur une surface d'environ 170 ha, pour l'implantation d'une ZAC. Cette maquette géoréférencée a été fournie au format 3D Studio Max, Dxf, Sketchup. L'idée est d'avoir une maquette «temps 0» qui est fournie au cabinet d'urbanisme et d'aménagement pour la présentation de son esquisse, puis aux architectes qui vont ainsi pouvoir proposer des projets insérés sur le terrain réel virtualisé. Cette pratique est encore vécue comme une contrainte par certains professionnels pour lesquels il s'agit là d'une nouvelle manière de travailler. Le service SIG a participé à l'élaboration du cahier des charges de la maquette et en assure la gestion, avec des outils logiciels comme Spaceyes, Sketchup, 3D Analyst.

La mise à jour

Une nouvelle prise de vue aérienne verticale plus précise (pixel à 10 cm) va être réalisée dans l'année. Elle sera complétée d'une prise de vue oblique pour travailler sur le texturage des bâtiments. Le MNT devrait aussi être plus précis : 15-20 cm en planimétrie et 20-30 cm en altimétrie. Ces données serviront ensuite à réaliser la maquette complète de l'agglomération.

Les avantages et les limites

Les avantages

- cela permet de mettre en valeur le territoire ;
- il s'agit d'un outil d'aide à la concertation.

Les limites

- chaque logiciel a des limites d'utilisation ;
- l'interface avec le SIG n'est pas simple.

Les évolutions envisagées / souhaitables

L'information Géographique a un rôle essentiel à jouer pour l'évolution de la maquette numérique. Il est aussi nécessaire de réfléchir à l'équipe à mettre en place dans les collectivités pour la gestion d'un tel projet. Les outils doivent également évoluer pour une meilleure interopérabilité entre eux et vis à vis des données géographiques. L'un des objectifs principaux d'une maquette numérique est la mise en valeur du territoire. Pour Brest, il est possible de prendre l'exemple de la revalorisation des atouts de la ville, en mettant la maquette en consultation sur le web, mais pourquoi pas aussi en téléchargement. Une appropriation de celle-ci par les habitants permet de les associer à certaines décisions.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, bien sûr, en gardant à l'idée que si la maquette numérique peut être un bon outil de communication, elle est avant tout un outil d'aide à l'aménagement du territoire et que ce sont les demandes internes des services qui structurent son utilisation et son évolution. Une appropriation de la maquette par les habitants permettra de dire qu'au final, la maquette 3D ne coûte pas si cher que cela.



ZAC de la Fontaine Margot – Brest – avant urbanisation – janv 2009

Sources : Brest métropole aménagement / BMO - Réalisation maquette : Société Artefacto



Parcours du futur tramway de Brest – début des travaux mi-2009

Sources : Brest métropole océane / SemTram - Réalisation maquette : Société Vectuel

Contact

M. François VIGOUROUX
Responsable SIG





Historique

Il existe un SIG à Beauvais depuis 2001 et les données géographiques acquises, créées, mises à jour servent essentiellement de connaissance du territoire. L'agglomération (30 communes rurales + 1 ville centre) a été créée en 2004. Le SIG est ainsi devenu communautaire, avec une vocation d'aménagement du territoire pour l'agglomération, mais aussi le SCoT. L'économie (développement de ZA), le tourisme (mise en valeur du patrimoine pédestre), la mise en place d'un PLH, ... sont autant de projets gérés par l'Agglo du Beauvaisis, qui ont alimenté la réflexion pour une maquette numérique en 3D du territoire communautaire.

Les données utilisées

Comme référentiels, il y a une orthophotographie (pixel à 20 cm) et un MNT (x, y à 40 cm et z à 80 cm). L'utilisation d'une partie de l'orthophotographie régionale (pixel à 1,20 m) permet d'élargir la représentation du territoire, en ne se limitant pas à sa stricte définition administrative. Le bâti de Beauvais est intégré dans la maquette, à la fois par la modélisation de bâtiments remarquables et avec une typologie de façades typiques du Beauvaisis, ce qui permet de texturer de manière générique les autres bâtiments. La modélisation fine a été réalisée par Virtual City. Certaines données du SIG vont pouvoir être utilisées en superposition sur la maquette (voirie, espaces verts, par exemple).

Les usages actuels et futurs

Le Service Aménagement du Territoire va être le principal utilisateur de la maquette. Il va porter les projets 3D pour la concertation et travaillera à fédérer les services autour de projets communs. L'un des projets en préparation concerne l'aéroport, avec l'aérogare, la tour de contrôle, les parkings, mais aussi l'aménagement d'une ZA proche de celui-ci, susceptible d'intéresser des investisseurs. La 3D amène ainsi une vision commune et la confrontation d'avis et de perceptions différents. La maquette va servir également à la communication.

La mise à jour

Il est prévu en 2009 de faire la mise à jour de l'orthophotographie, avec un pixel à 12 cm, un MNT plus précis et un MNE. L'insertion de nouveaux projets permettra d'affiner la modélisation du bâti autant que nécessaire. La maquette reste un produit abordable en terme de coût, car les données existent et sont mises à jour de toute façon. De plus, la maîtrise de la maquette en interne permet un gain certain et une autonomie dans sa gestion.

Les avantages et les limites

Les avantages

- il est assez facile d'imaginer et de visualiser les projets et leurs interactions avec le territoire ;
- c'est un véritable outil d'aide à la décision et à la concertation ;
- l'autonomie dans la gestion de la maquette.

Les limites

- charge de travail importante pour bien utiliser la 3D, avec des données pertinentes ;
- les nombreuses données construites en 2D.

Les évolutions envisagées / souhaitables

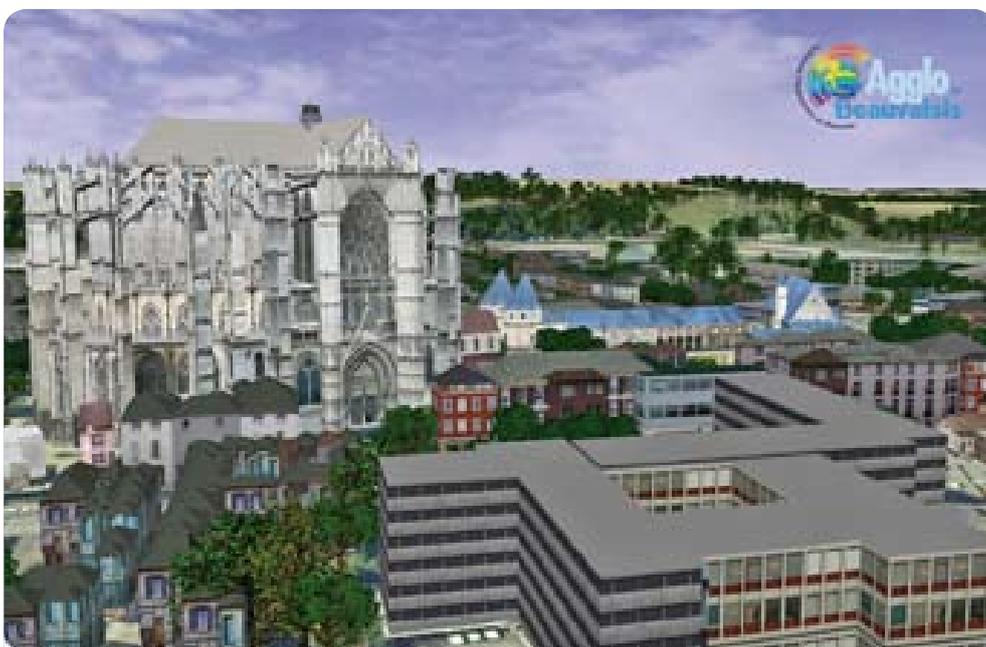
L'acquisition de 3 licences LandSim 3D a été faite, afin d'inciter les services à travailler avec la 3D. Que ce soit pour les services ou pour les communes, l'utilisation de la maquette numérique nécessite une approche pédagogique pour bien l'utiliser.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, bien sûr, car la maquette numérique en 3D apporte une vision d'ensemble sur le territoire, avec l'intégration des projets d'aménagements.



Vue du quartier de la Gare de Beauvais



Vue de la Cathédrale de Beauvais (insertion dans le quartier)



Modélisation réaliste de la Cathédrale de Beauvais

© Copyright : Communauté d'Agglomération du Beauvaisis / 2009 - Tous droits réservés

Contacts



M. Gérard HEDIN
Maire

M. Alexandre CASTAING
Responsable SIG





Historique

Le SIG 2D existe depuis 1993. Il s'est développé et enrichi au fil des années. En 2007, l'agglomération a décidé de le compléter avec une numérisation très haute définition de l'ensemble des bâtiments de la collectivité, soit 44 000 bâtiments, sur un territoire de 250 km². Un cahier des charges a été rédigé.

La phase 1 a permis la réalisation d'un socle 3D, s'appuyant sur une prise de vues aériennes haute définition, un MNT de précision et un MNE (modèle numérique d'élévation). A cela s'est ajouté une restitution des toits et des façades conforme à la réalité.

La phase 2 a amené à l'application des textures photo réalistes sur les bâtiments. La végétation a été ajoutée de manière exhaustive et conforme ; il en a été de même pour le mobilier urbain. Le marché estimé à 5 ans de travail a été signé avec un groupement Virtuel city, Vectuel et le cabinet Clerget.

Les données utilisées

Pour les données de référence, il s'agit d'une orthophotographie avec un pixel à 10 cm et d'un MNT à pas d'1 m, avec un Z dont la précision est d'environ 50 cm.

Les usages actuels et futurs

Les principaux objectifs

1/ Mettre en place des outils de diffusion grand public et de représentation des projets de la collectivité en utilisant les potentialités de la maquette 3D. Pour cela, une collaboration avec le Géoportail de l'IGN est en cours, le portage n'est cependant pas encore totalement accessible. En complément, un partenariat avec Google et Virtuel city a été initié pour intégrer l'ensemble des données 3D sur Google earth. La continuité de ce projet vise à intégrer des bâtiments en très haute définition et sur l'ensemble du territoire de la CAPM sur Google, ce qui serait une exclusivité mondiale.

2/ Mettre en œuvre une structure de conception de projets 3D, utilisée par les équipes SIG.

3/ Utiliser les outils propriétaires de Virtuel city et Vectuel pour réaliser des maquettes ponctuelles de communication, proches des jeux vidéo (gamme vectuel story). Les maquettes ainsi réalisées sont alors facilement utilisables sur DVD.

Les services travaillent aujourd'hui sur 2 projets structurants

1/ la requalification d'une zone avec la destruction de 2 bâtiments, la rénovation d'un troisième et l'ajout de projets d'architectes dans l'environnement réel actuel. Ce travail se fait en collaboration avec le service politique de la ville dans le cadre d'un projet ANRU.

2/ le projet de transport en commun en site propre entre Montbéliard et Haudincourt (TCSP).

Les différents projets seront intégrés dans la maquette numérique et celle-ci sera utilisée notamment pour la phase de concertation avec la population.

La mise à jour

Les services commencent à travailler en 2009 avec les données 3D : les données géographiques du SIG 2D alimentent la maquette numérique qui elle-même permet la mise à jour d'informations du SIG. Actuellement, un développement est en cours pour réaliser une interface entre le portail intranet Intrageo (Geosphère) et le viewer des données 3D. Le marché SIG 3D intègre des prestations annuelles de mise à jour des données.

Les avantages et les limites

Les avantages

- véritable référentiel 3D de l'agglomération, c'est un outil très utile, tant pour la communication et la présentation de projets touchant des domaines comme la politique urbaine, l'environnement que pour l'étude des projets structurants de la collectivité.

Les limites

- il manque des compétences 'graphiste 3D' dans les services pour avoir une utilisation totalement autonome en terme de production de données 3D.

Les évolutions envisagées / souhaitables

La valorisation des données 3D est en réflexion actuellement : projet avec la SEM Numerica, qui pourrait devenir centre de référence et data-center afin de commercialiser la donnée 3D, auprès des architectes, par exemple, en mettant à disposition les outils nécessaires pour de l'extraction selon les formats nécessaires. Une véritable équipe va pouvoir être mise en place pour travailler sur la (et en) 3D. Les outils logiciels actuels sont encore assez complexes dans leur utilisation et nécessitent des compétences spécifiques. Toutefois, l'utilisation d'outils comme ceux de Google, par exemple, devrait permettre de «sortir» des aspects purement techniques. Toutes les données géographiques ne basculeront sans doute pas en 3D. L'enjeu est sur les outils fédérateurs permettant la communication entre 2D et 3D. Il est préférable de parler de SIG global plutôt que de SIG 2D et SIG 3D.

Et si c'était à refaire ?

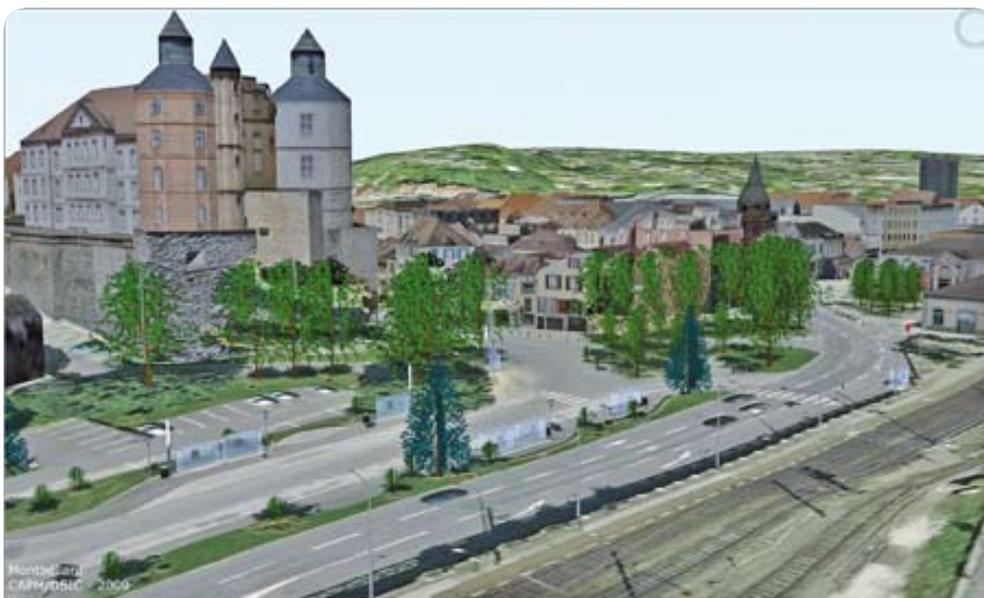
Ce serait OUI, bien sûr, avec l'idée que l'on est encore à l'aube de l'utilisation de la 3D. A l'avenir, disposer d'autres données géographiques, comme celles du sous-sol serait utile. De même développer la formation dans le domaine et les transferts de compétences vers les utilisateurs semble être incontournable.



Vue du projet de rénovation d'un quartier ANRU sur Audincourt



Vue du centre ville d'Audincourt (très haute définition)



Vue sur un quartier de Montbéliard

© Copyright : CAPM/DSIC – 2009

Contact

M. Stéphane THOCKLER
Responsable Etudes et Développements
Direction des Systèmes d'Information et de Communication





Historique

En 2006, il y a eu une étude réalisée par un étudiant sur la 3D. Il a notamment testé des outils logiciels permettant de travailler en 3D. Ce projet a été relancé en 2008 à l'arrivée de la responsable SIG. Un marché a été lancé pour la réalisation d'une maquette numérique en 3D. Il a ainsi été proposé à la nouvelle équipe municipale qui a initié le projet de réaménagement du cœur de Poitiers de réfléchir sur cette maquette. L'objectif étant de proposer aux architectes qui allaient travailler sur le projet de le faire à partir de la maquette virtuelle.

Les données utilisées

La maquette a été réalisée à partir d'orthophotographie et de restitution photogrammétrique. Une restitution photogrammétrique et une orthophotographie à 5 cm avait été réalisée en 2003 sur le secteur sauvegardé du centre ville et une autre à 20 cm sur le reste de l'agglomération. La prestation a été réalisée par la société Vectuel avec Virtuel city. Une nouvelle orthophotographie a été réalisée pendant l'été 2008, avec un pixel à 10 cm. La prise de vue numérique traditionnelle a été accompagnée d'une prise de vue oblique des façades, qui permettra d'enrichir la maquette 3D et de réaliser un socle 3D sur l'ensemble du territoire de l'agglomération. Les formats produits sont du 3D Studio Max, du Sketchup et du Google (kmz).

Les usages actuels et futurs

Trois équipes d'architectes ont été retenues pour travailler sur le projet d'aménagement du cœur de Poitiers et ils ont pu disposer de la maquette en visualisation. Le cabinet qui a été retenu à l'issue d'un marché négocié, disposera de la maquette pour travailler directement avec ses projets. La maquette va être montrée aux élus avec les premiers projets d'aménagement.

Un film a été fait, à partir de celle-ci et il a été mis en visualisation dans le cadre d'une exposition sur les arènes. Prochainement, elle devrait être mise en ligne sur le web, par l'intermédiaire de l'API Google. Patrimoine et tourisme pourraient notamment être mis en valeur à travers la maquette.

La mise à jour

Un marché à bon de commande est prévu pour la mise à jour de la maquette et l'ajouts ponctuels de bâtiments remarquables. Un partenariat est en préparation pour qu'un socle 3D soit réalisé et partagé aussi bien dans son utilisation que dans sa mise à jour ou dans ses coûts d'exploitation. Il devrait réunir, outre l'agglomération, le Conseil Général, une association regroupant l'ensemble des organismes HLM du territoire et le SDIS.

Les avantages et les limites

Les avantages

- cela permet un retour efficace d'informations pour le citoyen ;
- il est plus facile de se repérer dans l'espace en 3D que dans celui en 2D ;
- cela va faciliter la concertation.

Les limites

- l'utilisation d'une maquette 3D facilite la vision de l'espace territorial, mais cela ne doit pas empêcher d'aller sur le terrain. Il ne s'agit pas de la réalité totale ;
- la donnée 3D n'est pas encore aussi facilement accessible que la donnée 2D du SIG ;
- il y a un problème de précision de la donnée et de rendu réaliste. La question reste : jusqu'où aller dans ces deux domaines ?

Les évolutions envisagées / souhaitables

Il n'y a pas de personnel dédié à l'utilisation de la 3D pour la collectivité. Chaque service qui souhaitera travailler avec la maquette devra acquérir les compétences nécessaires et s'approprier la technologie en fonction de ses usages. Au fil du temps, toutes les données de base du SIG seront intégrées dans la maquette. Une acquisition de Google earth pro a été faite pour intégrer les données SIG, afin qu'elles soient plus facilement utilisables en interne. D'autres outils permettant d'exploiter toutes les potentialités de la maquette 3D vont être étudiés en 2009 (mise à jour, diffusion, ...). La 3D sera sans doute le SIG de demain, avec l'intégration de nombreuses données géographiques, telles les données du sous-sol. Cela devrait permettre une véritable aide à la gestion territoriale.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, sans hésitation, car la maquette a montré beaucoup de points positifs pour l'aménagement du territoire et la concertation.



Périmètre du coeur d'agglomération : insertion dans le centre ville



Vue de la Préfecture en 3D



L'hôtel de ville en 3D très haute définition

© Copyright : CAP

Contact

Mme Séverine FERRANT
Responsable SIG
Adjointe au Directeur du service
Technologies Numériques et Territoires





Historique

Le SIG est une démarche déjà ancienne, puisqu'elle date de 1989, avec la numérisation des plans de recollement. Le chantier a duré une dizaine d'années sur les 7 communes (72 km²). En 1994-1995, une première édition et la diffusion d'un plan de ville à l'échelle de l'agglomération a été réalisé à partir de ce premier jeu de données topo, dans l'attente d'un SIG plus abouti. Une convention partenariale pour la numérisation du cadastre a été signée en 1997. C'est en 2002, quand les données géographiques de références ont été suffisantes, qu'a été lancée une réflexion sur la 3D, avec l'idée et l'objectif de traiter l'ensemble du territoire. Si la volumétrie des bâtiments était envisageable, sur la base du MNT de l'époque, il manquait une information importante : la végétation.

En 2006, le responsable SIG a eu connaissance d'un nouveau logiciel sachant gérer la végétation et son évolution, dans un contexte de gestion territoriale. Dans le cadre de la mise à jour du référentiel urbain, le CCTP a intégré cette dimension. La société Géodis qui remporta ce marché s'est dotée d'une licence « Landsim3D » pour répondre au mieux à ce cahier des charges et appréhender les contraintes de modélisation 3D des grands espaces paysagés en milieu urbain et péri urbain. Cette démarche a conduit en interne à la mise en place d'ateliers de sensibilisation et de concertation pour répondre aux attentes des services, avec comme sujets conducteurs : l'identification de la trame verte sur Saint-Quentin-en-Yvelines, les transports en mode doux, le tourisme pour des ballades organisées par l'office de tourisme et la demande de la Direction des sports pour la gestion d'événements sports et nature. Une présentation des résultats de ces ateliers à la Direction Générale a conforté l'intérêt d'acquérir une licence LandSim3D pour accompagner les services de la communauté d'agglomération et assurer une certaine autonomie d'usage sur ses modélisations. L'objectif initial dans l'utilisation de la 3D avec ce logiciel a permis de mettre en œuvre les «sujets conducteurs» définis par les services pour proposer une lecture de l'existant plutôt que d'intégrer des projets d'aménagements. Historiquement client STAR, la Communauté d'Agglomération utilise maintenant les outils de la gamme Esri pour le SIG et Autocad Map 3D pour les projets en Dwg.

Les données utilisées

Les données raster sont issues du SIG, et les données vectorielles viennent de la base de données de récolement. En 2005, un MNT plus complet et précis (Z = 25 cm environ) que celui de 2002 a été généré, à partir d'une campagne de prise de vues aériennes pour la réalisation d'une orthophotographie avec un pixel à 12,5 cm. Ce sont les données qui sont utilisées pour le SIG et pour la maquette numérique. Les données réseaux sont levées en 3D et topologiques (AEP, par exemple). Elles seront intégrées ultérieurement. Les textures appliquées aux bâtiments servent à donner une idée visuelle, thématique, mais le texturage n'est pas hyperréaliste. La volumétrie, elle, est précise.

Les usages actuels et futurs

Quelques exemples d'usages :

- la réalisation d'une simulation d'exposition des toits pour l'implantation de panneaux photovoltaïques, par rapport à l'ensoleillement et aux ombres. Cela a permis de définir les toitures potentiellement utilisables ;
- la maquette va être utilisée dans le cadre de la commission environnement, dirigée par un élu ;
- la production «à la volée» de vidéos et d'images, ce qui permet une communication plus facile.

La mise à jour

La mise à jour se fait à partir d'objets comme les ponts qui sont intégrés dans la maquette et permettent ainsi de la vérifier et éventuellement la corriger. Une nouvelle campagne de prise de vues aériennes est prévue (pixel à 10 cm).

Les avantages et les limites

Les avantages

- la 3D amène une réalité proche du terrain, plus réelle que le simple regard que l'on porte sur une orthophotographie en 2D ;
- elle permet des études à partir de simulations (exposition des toits pour des projets photovoltaïques, par exemple) ;
- avec un MNT précis, il est possible d'étudier les effets d'une simulation, avant d'aller sur le terrain ;
- la mise à disposition d'un viewer gratuit auprès des partenaires.

Les limites

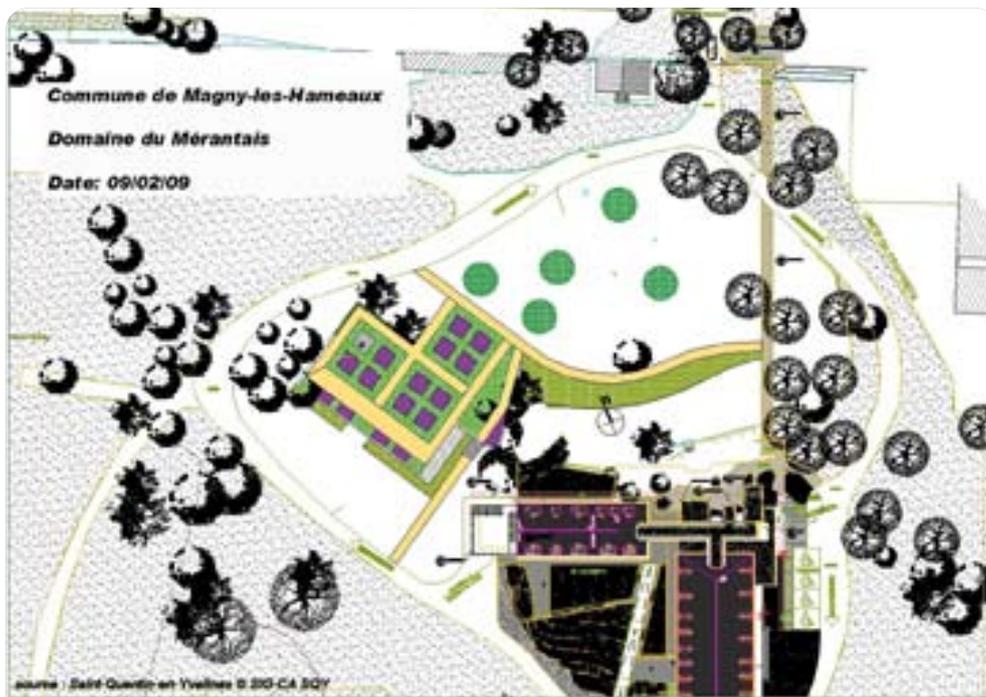
- l'interopérabilité actuellement dans les formats de fichiers ;
- l'appropriation des usages par des partenaires externes (architectes, ...) ;
- il manque une version du logiciel LandSim à partir du Web.

Les évolutions envisagées / souhaitables

Une appropriation par les services et les communes dans les années qui viennent est souhaitable. L'amortissement d'un tel investissement se fait en consolidant ses usages et en intégrant les données du SIG. Il faut réfléchir à fournir la maquette ou des extraits de celle-ci aux architectes pour pouvoir y intégrer plus facilement leurs projets.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, bien sûr, sans hésitation.



Domaine du Mérantais : plan 2D



Domaine du Mérantais : modélisation du projet en 3D



© Copyright : SIG-CA SQY

Contact

M. Laurent CHARRIER
Responsable SIG





Historique

La Communauté d'Agglomération Grenoble Alpes Métropole (la Métro) a notamment pour missions :

- d'améliorer la vie quotidienne, avec par exemple la réalisation et la gestion de grands équipements à vocation sportive et de loisirs, l'aménagement et l'entretien des principales zones vertes de l'agglomération ;
- d'organiser les déplacements, en promouvant des modes de déplacements alternatifs à la voiture (cycles, piétons, transports collectifs), par exemple ;
- de travailler sur la politique de la ville, avec notamment le renouvellement urbain (rénovation du bâti, organisation des espaces publics) ;
- de préparer le programme local de l'habitat ;
- de renforcer l'économie locale, en réalisant, aménageant, gérant des zones d'activités communautaires, à vocation industrielle, tertiaire ou artisanale ;
- de protéger l'environnement, en gérant l'assainissement et les déchets ménagers de l'espace communautaire.

En 2003 a été créée une cellule SIT (Système d'Information Territorial), avec pour objectif de développer l'Information Géographique au sein de la Métro et de mettre à disposition les outils nécessaires pour les différents services. C'est à cette époque qu'a aussi émergé l'idée au sein de la Métro de disposer d'une maquette 3D pour représenter des informations et des projets dans le cadre des missions de prospective et de stratégie urbaine.

Une première maquette a été réalisée pour visualiser le territoire de la Métro et communiquer vers le grand public. Il y a actuellement deux permanents dans la cellule SIT : 1 chef de projet SIG et 1 administrateur SIG. A cela s'ajoute une personne en DRT (diplôme de recherche technologique), contrat de recherche en apprentissage d'une durée de 2 ans. Les apprentis en contrat DRT ont contribué à la mise en place de la maquette numérique 3D, en gérant les aspects techniques. A la suite de différents tests, la solution Terra Explorer (Skyline/IGO) a été choisie en 2006. Ils ont également travaillé sur les données à intégrer dans la maquette, et répondu à des besoins de communication, en réalisant des films, comme par exemple : représentations de zones d'activités, de quartiers en évolution, de projets de lignes de tramway.

Les données utilisées

Ce sont des données issues d'une orthophotographie, réalisée en 2007 avec un pixel à 20 cm et d'un MNT, avec une précision à 30 cm, les bâtiments sont représentés grâce aux données issues de la BD Topo IGN.

Les usages actuels et futurs

Il s'agit d'utiliser des projets en préparation pour les intégrer dans la maquette numérique 3D. Par exemple, le PDU (plan de déplacements urbains) a été intégré en totalité, en travaillant avec le service déplacements. Les données SIG, initialement en 2D, ont été retravaillées pour cette intégration. Le résultat peut ainsi être visualisé avec le viewer Terra Explorer. Les données du SIT sont utilisées pour faire des analyses du territoire, sur des thématiques comme l'attractivité du territoire et le développement économique, la promotion d'une qualité de vie, les projets urbains au service de l'aménagement durable.

La mise à jour

Il s'agit de travailler à la fois sur l'évolution de la maquette 3D et sur les usages qui en découlent, ainsi que sur la partie communication, avec le projet de mise en ligne d'un extranet 2D/3D avec les communes membres et les partenaires de la Métro.

Les avantages et les limites

Les avantages

- l'utilisateur se situe plus facilement dans l'espace 3D que sur un plan 2D ;
- l'image de l'agglomération en 3D permet de la représenter dans son environnement géographique (montagnes autour, par exemple). Le réalisme est ainsi plus proche de la réalité qu'en 2D ;
- en terme d'aménagement, la maquette fait abstraction des limites administratives et permet de raisonner en terme de territoire dans sa globalité, proposant ainsi une véritable identité communautaire ;
- c'est un support de communication performant qui permet de valoriser le travail du SIT et le patrimoine des données, tout en proposant une qualité d'information au citoyen.

Les limites

- le « socle » de la maquette qu'il faut sous-traiter à chaque mise à jour des données de références (orthophotographie, MNT), car il n'y a pas les outils en interne pour le faire (coût logiciel élevé) ;
- la plus value apportée par la 3D est actuellement limitée, car il n'y a pas de données de précisions en 3D telles que pentes de toit, balcons, ... ;
- il est nécessaire de mieux valoriser l'intérêt et le potentiel de la 3D, mal appréhendés à ce jour.

Les évolutions envisagées / souhaitables

Il est envisagé de mettre en place un extranet projets urbains 2D/3D avec les communes et partenaires de la Métro sur la thématique principale de l'intégration des projets urbains. L'équipe travaille sur la sémiologie de représentation, car il n'y a pas de légende sur une maquette 3D. En effet, les objets ont une nouvelle dimension, avec un texturage, des couleurs et la gestion n'est pas la même qu'en 2D. Et s'il n'existe pas encore d'ouvrage et de référence, il semble nécessaire d'avoir des règles de sémiologie. Il y a aussi une réflexion en cours sur ce qu'on peut attendre d'une maquette et ses limites.

Et si c'était à refaire ?

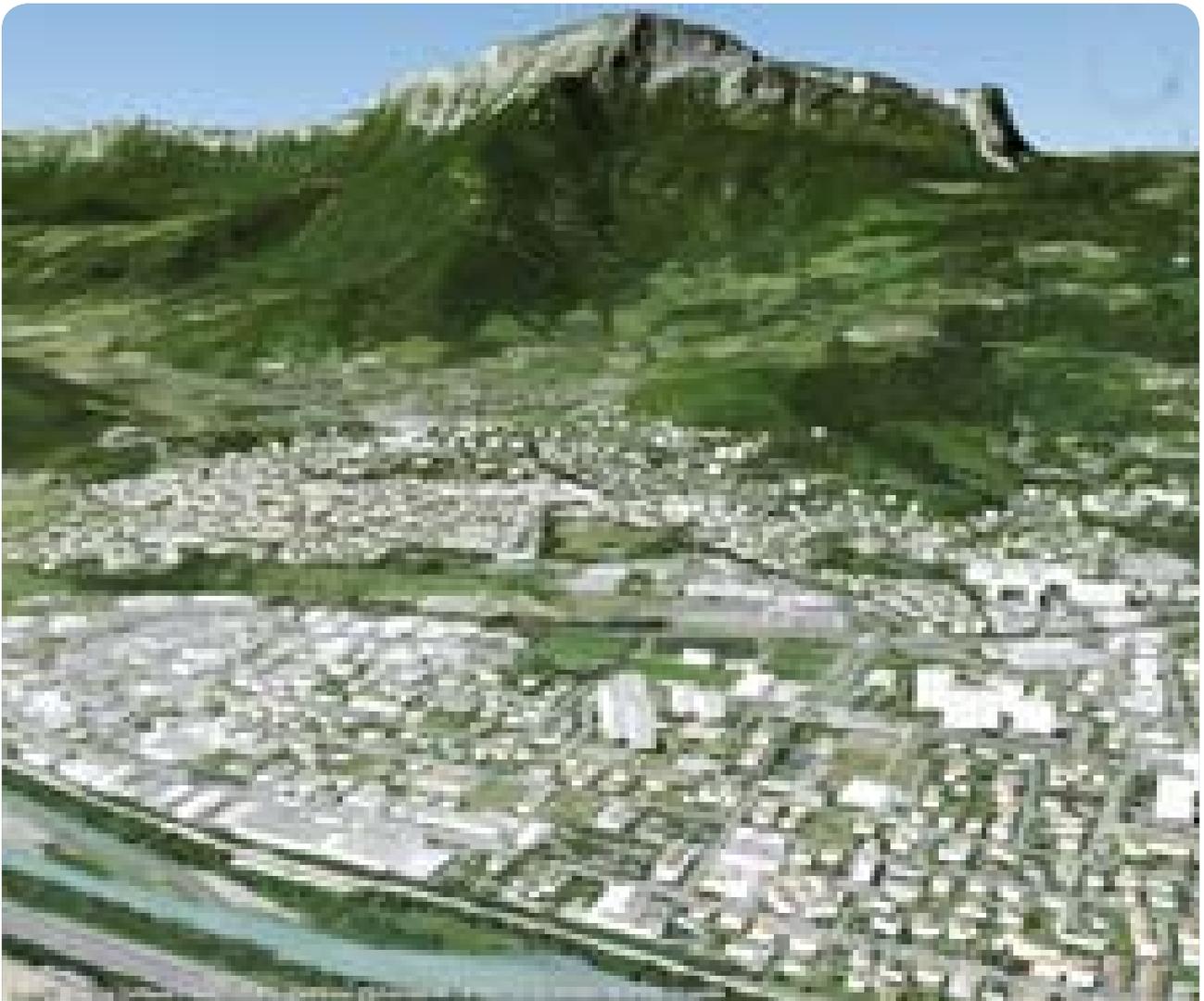
Ce serait OUI, mais avec une organisation différente, en travaillant en amont sur des sujets comme l'évolution culturelle et la conduite du changement. Cela inclut une problématique comme l'interopérabilité entre la CAO/DAO, le SIG et la 3D.



Vue sur la ZAC centre de Saint-Martin d'Hères



Vue sur les lignes de tramway B et C et le stade des Alpes



Modélisation en maquette blanche avec insertion dans le paysage 3D : Vue sur le Vercors

© Copyright : Grenoble – Alpes Métropole

Contacts



**Céline
PELLORCE**
Responsable
cellule SIT



**Gwenaël
ANSQUER**
Responsable
SIT par
Intérim



**Marine
ROUYEYROL**
Chargée
de mission
maquette
3D territoriale



Historique

Les compétences de l'agglomération couvrent l'aménagement du territoire, les études foncières, le développement économique, l'assainissement, les transports, la gestion des déchets. Le SIG s'est développé depuis 4 ans et des référentiels cartographiques à grande échelle ont été choisis : cadastre et orthophotoplan. La 3D, réfléchi parallèlement au SIG, a démarré avec une demande politique : montrer le territoire de l'agglomération au public. La recherche d'une solution technique s'est enrichie d'une volonté d'apporter une aide aux études urbaines et au développement économique. Le choix technique s'est porté sur les outils Skyline, avec l'application Terra Explorer.

Les données utilisées

Les référentiels de données suivants sont utilisés : une orthophotographie, avec un pixel à 15 cm, un MNT au pas de 5 m avec une précision métrique et la couche bâti de la BD Topo de l'IGN. Pour la communication au grand public, il y a duplication du référentiel à grande échelle utilisé pour les services interne dans le SIG intercommunal.

Les usages actuels et futurs

Une application 3D autour de la promotion de l'immobilier d'entreprise a reçu une récompense lors du Géoévènement 2004. Une application grand public baptisée «L'Agglo vue du ciel» a été mise en ligne sur le site web de l'agglomération, en s'appuyant sur les données des référentiels et est consultable avec l'application Terra Explorer.

Une commande plus spécifique est venue de la Direction Générale : présenter la future 3e ligne de tram (de Pérols à Juvignac) au public, en se plaçant au niveau du piéton. Un appel d'offre a été lancé par la TAM (société des Transports de l'Agglomération de Montpellier) pour apporter des usages complémentaires à l'application Terra Explorer et c'est Virtuelcity (filiale de Vectuel) qui a eu ce marché, avec son propre moteur 3D. Les 22 km sont couverts à la fois par des vues générales et par des vues rapprochées au niveau des quartiers traversés (avec une orthophotographie à 10-15 cm, un fort taux de recouvrement et des images spécifiques pour un texturage des bâtiments). Ce projet couvre la ligne de tram, avec un fuseau de 100 m de part et d'autre de celle-ci. Le bâti a été globalement restitué et sur environ 10 % de la ligne, une restitution plus fine a été faite pour obtenir une représentation au niveau du piéton, sur les principaux secteurs remarquables. Au final, 3 produits sont utilisés pour la présentation au publique : une vidéo pédagogique, des bornes interactives et une présentation sur internet avec l'application TerraExplorer de Skyline.

La mise à jour

Les données nouvelles viennent enrichir la maquette numérique 3D initiale de l'agglomération. Pour faciliter les mises à jour, une réflexion est menée afin d'utiliser le plus possible des formats interopérables.

Les avantages et les limites

Les avantages

- les coûts limités du projet ;
- les usages de la 3D pour aider à la décision, améliore le processus de communication et d'aide à la décision ;
- la 3D devient presque un standard de fait.

Les limites

- l'organisation à mettre en place, car il n'y a pas de personne dédiée et c'est une gestion à part entière ;
- il faudrait que la 3D soit plus intégrée en amont dans tous les projets pour ne pas séparer l'outil de communication et l'outil d'aide à la décision.

Les évolutions envisagées / souhaitables

Actuellement un recueil de données 3D se fait auprès de certains architectes (format 3D Studio Max, par exemple), pour les intégrer dans la maquette numérique. Une pratique d'échanges réguliers autour de la maquette est souhaitable.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, bien sûr, avec l'idée que l'enjeu autour de la 3D est stratégique pour les collectivités territoriales. De plus, il est important de garder une grande honnêteté dans l'utilisation des images 3D, en expliquant bien leur utilisation. L'application grand public a permis de développer l'idée que la 3D était utile. Il serait souhaitable d'utiliser plus la 3D pour la concertation, car il s'agit d'un bel outil de démocratie participative.





Copie d'écran de l'application 3D de promotion de l'immobilier d'entreprise, présenté au MIPIM

© Copyright : Montpellier Agglomération

Contact

M. Marc APARICIO
Responsable SIG





Historique

La Direction des SIG est une Direction mutualisée à la fois pour Nantes métropole et pour la ville de Nantes. Le SIG est donc commun aux deux entités. En ce qui concerne l'utilisation de la 3D, la Direction de la communication a souhaité disposer d'une maquette numérique «blanche» sur laquelle une société externe (mgdesign) ajoute les projets d'aménagement en couleur, en fonction des demandes. Cette maquette est construite à partir des données géographiques du SIG. Elle est consultable dans un centre d'exposition de la collectivité et permet une communication vers le grand public.

Les données utilisées

Ce sont les données géographiques issues du SIG (BD Topo de l'IGN, orthophotographie, équipements publics, MNT, MNE, ...).

Les usages actuels et futurs

Une autre maquette 3D, associée aux données du PLU, a été intégrée dans le logiciel Spaceyes aux fins de démonstration à l'usage des services. Par ailleurs, les données du SIG ont été fournies à la société Archivideo pour le projet des Pages Jaunes de ville en 3D.

La mise à jour

La Direction de la communication réfléchit aux possibilités techniques de mise à jour de la maquette, car actuellement celle-ci n'est utilisable en modification que par la société mgdesign.

Les avantages et les limites

Les avantages

- intégrer un élément urbanistique, même fin, dans la maquette 3D, permet de faire évoluer le bâtiment dès que c'est nécessaire dans l'évolution du projet ;
- pour les décideurs, c'est un bon outil de communication.

Les limites

- il faut faire attention aux besoins : il n'est peut-être pas utile de descendre au détail le plus fin, jusqu'au commerce virtuel, par exemple.

Les évolutions envisagées / souhaitables

Dans le cadre de projets urbanistiques, d'aménagement du territoire, une maquette numérique 3D unique, commune à l'ensemble des utilisateurs serait utile pour insérer des projets nouveaux.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI. Pour l'instant, l'utilisation des maquettes numériques en 3D est limitée dans les usages, mais leur utilité est évidente. Toutefois, il faut d'abord consolider le SIG pour tous les usages terrains avant d'avancer plus sur l'utilisation de la 3D, même si la ville de Nantes dispose sans doute de suffisamment de données pour s'y lancer véritablement. L'utilisation d'une maquette 3D est aussi conditionnée, hors besoin de communication, à l'expression de vrais demandes de la part des services qui sont alors à même d'apporter toutes les informations nécessaires à la mise à jour de la maquette.



Vue «aérienne» 3D et photos au niveau du sol d'un projet d'aménagement



Vue du Zenith (simulation de jour)



Vue du projet EuroNantes

© Copyright : Nantes Métropole.

Contact

M. Alain BERGUE
Directeur des Informations Géographiques



Historique

Le cadastre du canton de Genève est un cadastre juridique, avec des normes depuis 1912. Sa version numérique en 2D est terminée sur Genève depuis l'année 2000. Ces données, ainsi que beaucoup d'autres, sont stockées au sein du SITG (système d'information du territoire genevois) mis en place en 1991 et qui mutualise toutes les données géographiques du territoire. Chaque interlocuteur territorial (public, privé) utilise les mêmes données mises au pot commun par les différents producteurs. Dans ce contexte, la 3D est une brique complémentaire à l'existant.

En 2000, tous les responsables cantonaux du cadastre se sont réunis et se sont interrogés sur l'usage d'un cadastre 3D. Un groupe de travail s'est constitué et en 2003, la décision a été prise de passer à un cadastre 3D, par étapes. En 2006, trois projets pilotes ont été lancés pour vérifier les normes proposées, dont l'un sur la ville de Genève.

Les résultats publiés en 2007 ont fait ressortir des éléments structurants comme l'introduction systématique de coordonnées en 3D, par une amélioration qualitative de la couche «altimétrie», la création d'une nouvelle couche d'information «objets divers 3D» qui comprendrait la saisie des bâtiments et constructions, le transfert en 3D de l'ensemble de la couche «objets divers» (cf. : www.cadastre.ch/3d). En octobre 2007, suite à une enquête auprès de différents utilisateurs potentiels du territoire, Genève décide de créer un socle de données numériques en 3D, constitué du bâti, des infrastructures de transport, du mobilier urbain et de la végétation principale. Pour le bâti, la demande a été précise : toits, avant-toits et superstructures sur les toits, pour reconnaître la ville rapidement. Par contre, sauf cas particulier, les textures sont peu utilisées. Le socle 3D ne rend pas compte exactement de la réalité, mais permet de faire de l'analyse urbaine, des calculs de visibilité, ... Le socle doit servir aux services et répondre à différents besoins.

Les données utilisées

Sur Genève les photos aériennes ont une précision à 16 cm pour les toits et 25 à 30 cm pour le terrain. Le MNT est précis en planimétrie (4 pts par m²) et en altimétrie (Z à 10 cm sur surface dure et à 50 cm sur surface molle). L'empreinte des bâtiments (précision 10 cm) est aussi utilisée. Un certain nombre de données 2D du SIG peuvent être utilisées dans la maquette, comme les points lumineux, auxquels il faudrait toutefois ajouter une information attributaire d'orientation ou les réseaux qui, depuis 2005, sont fournis tous les mois par les différents gestionnaires au service de la mensuration officielle. Ceux qui apportent leurs données ont automatiquement accès aux données des autres. L'obligation légale porte aujourd'hui sur la réalisation de données en 2D. Une réflexion est en cours pour la fourniture en 3D du cadastre du sous-sol. En juin 2009, 80 000 bâtiments auront été saisis en 3D (coût = 8 € pièce pour la modélisation d'un bâtiment). Les principaux ouvrages d'art seront saisis d'ici 2010. Les voies ferroviaires et de tram font déjà partie du SIG 2D. Les informations 3D seront disponibles en juin 2009.

Les usages actuels et futurs

Deux projets sont en cours, l'un sur un cadastre vert et l'autre sur un cadastre de l'immobilier urbain. Dans le cadre de la commission technique du SITG, un travail est fait également pour fixer dans les cahiers des charges, des règles pour la restitution d'informations, avec des données structurées. Ces règles vont être identiques pour tout le monde. C'est pour cela aussi qu'un important travail de réflexion a été mené pour l'établissement d'une charte d'éthique. Pour bien utiliser la 3D, il faut former les personnes : celles qui utilisent habituellement la 2D ont un peu de difficultés et il y a tout un apprentissage à faire pour que tous les processus soient bien intégrés.

C'est pour cela que des actions de formation continue ont été mis en place, afin que les utilisateurs appréhendent bien le sujet, soient attentifs aux pièges et en comprennent les possibilités nouvelles.

La mise à jour

Les photos aériennes sont mises à jour tous les 4 ans, avec une acquisition Lidar pour le MNT. La réflexion porte aujourd'hui sur la mise en place d'une plate-forme d'échange avec les architectes, pour un travail collaboratif sur des projets. Plusieurs architectes se sont montrés très intéressés. Aujourd'hui, 99 % des bâtiments présents sur le territoire sont intégrés dans la base de données qui alimente la maquette numérique et la mise à jour est régulière. Le cadastre du canton de Genève est précis. Pour atteindre ce degré de précision, il y a beaucoup de contrôles de topologie 3D qui sont effectués sur le bâti. Il n'y a ni trou, ni chevauchement, toutes les données sont cohérentes entre elles.

Les avantages et les limites

Les avantages

- cela permet de mieux communiquer avec le citoyen, avec les élus ;
- c'est un véritable outil d'aide à la décision ;
- la 3D fait passer plus de messages que la 2D ;
- cela permet de mieux comprendre le fonctionnement d'un territoire, car on peut mixer différents corps de métiers qui travaillaient auparavant séparément. La maquette devient ainsi un réceptacle multi horizons permettant la concertation aussi bien pour l'extérieur que pour ceux qui préparent le projet.

Les limites

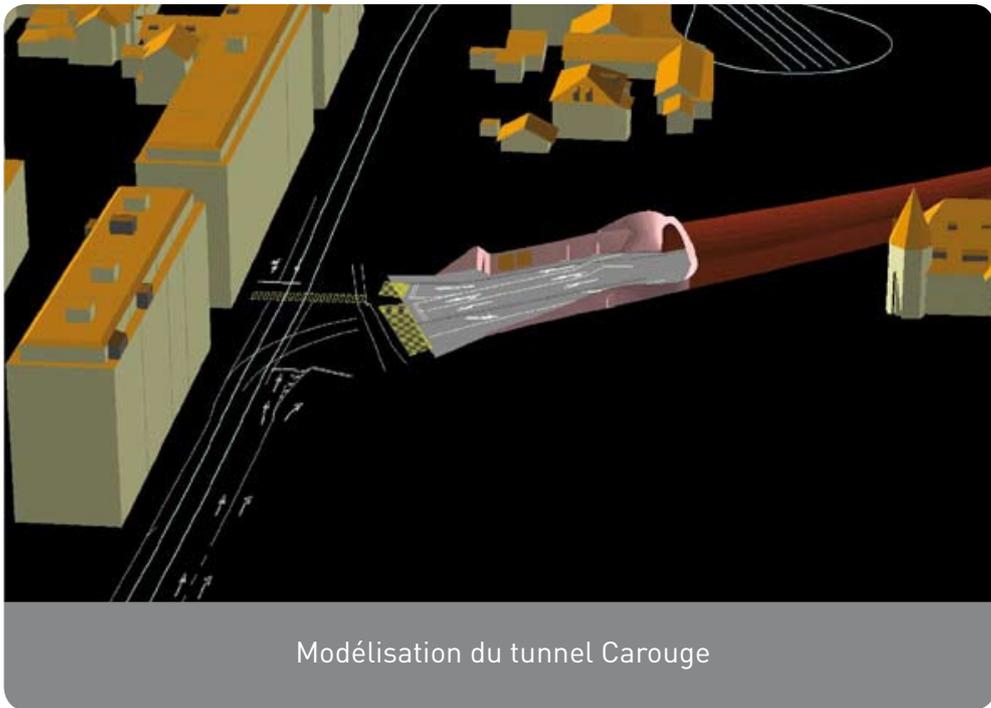
- certains phénomènes représentés peuvent être orientés, accentués ;
- l'interprétation est plus forte au premier coup d'œil et cela touche tout de suite l'émotionnel ;
- il faut encore plusieurs outils pour bien manipuler les données 2D/3D.

Les évolutions envisagées / souhaitables

Il n'est peut-être pas nécessaire que toutes les données d'un SIG 2D soit converties en 3D. Il faut faire des choix réfléchis et utiles. Il faudra travailler sur la circulation d'informations pour réfléchir à distance, à plusieurs, sans se déplacer et les visualiser en 3D. On aborde ici le partage d'une même information 3D en temps réel, la notion de travail collaboratif en 3D. Il devient nécessaire, comme pour la 2D, d'évoluer vers l'interopérabilité des formats.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, sans hésitation, avec la même démarche de conviction, de présentation, de communication). A Genève, on ne fait pas une maquette, on enrichit le SITG, avec la dimension 3D et cela répond à de multiples besoins. La 3D n'est pas un but en soi, c'est un outil pour l'aménagement, pour le développement durable.



Modélisation du tunnel Carouge



Vue 3D du quartier Fontenette

© Copyright : SEMO

Contact

M. Laurent NIGGELER

Directeur et Géomètre cantonal

Service de la mensuration officielle / République et canton de Genève



Ville de Cannes



Historique

La réflexion a débuté en 2004, suite à une demande du Maire pour installer une maquette physique de la ville, en exposition dans le hall de la mairie. Cette demande avant tout de communication visait aussi à disposer d'une maquette pour établir des discussions autour de projets d'aménagement. Après une période de réflexion et de recherche technique auprès d'autres collectivités ayant déjà initié une telle démarche (Ville de Rennes, par exemple), la faisabilité du projet a fait ressortir qu'une maquette numérique n'était pas tellement plus onéreuse à la conception qu'une maquette physique. La mise à jour numérique est par contre plus avantageuse et moins complexe. En mars 2004, un appel d'offre européen a ainsi été lancé pour la constitution d'une maquette numérique réaliste sur le territoire de la ville de Cannes. Une prise de vue aérienne a été réalisée, ainsi que des photos de façades pour arriver à une modélisation fine de bâtiments.

Les données et logiciels utilisés

L'orthophotographie : il s'agit d'une true ortho couleur, avec un pixel à 15 cm. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT), spécifique, a une précision planimétrique inférieure à 1 m et une précision altimétrique inférieure à 50 cm. Le Modèle Numérique d'Élévation (MNE) a une précision planimétrique plus fine (50 cm) et une précision altimétrique identique au MNT. L'orthophotographie est utilisée dans sa résolution d'origine, pour la maquette virtuelle en haute résolution et en ré-échantillonnage à 30 cm pour une utilisation sur le web. La maquette couvre l'intégralité de la ville et les îles de Lérins au large. La modélisation fine s'est faite sous 3D Studio Max et l'intégration avec Kalaos. L'utilisation d'Openscenegraph (open source), couplée avec Kalaos client/serveur permet la diffusion sur le web. Au niveau de la précision des informations, les pentes de toit, les chiens assis, par exemple sont restitués, mais pas les balcons ou les avancées de façades.

Les usages actuels et futurs

En interne, dans les services, la maquette a été utilisée pour différents projets : réalisation d'une cartographie du bruit, avec aplats couleurs sur les façades ; représentation du trafic routier, avec des données de comptage de véhicules par heure et par jour ; étude sur la qualité acoustique des enrobés sur une zone test du centre ville,

Une étude est en cours pour estimer le potentiel photovoltaïque des bâtiments (zone d'ombre, inclinaison de toit, ...). La modélisation de projets d'aménagement se fait à partir de la «maquette blanche», dans laquelle s'insèrent les projets nouveaux. Cela permet une discussion en interne avec les services techniques et les élus, ce qui facilite les échanges. Les réunions du conseil municipal où sont débattus des projets d'aménagement, s'appuient sur une localisation géographique sur la maquette 3D. Elle est également utilisée pour la communication institutionnelle et la promotion de l'image de la ville. L'ajout de nouvelles données géographiques est à l'étude : la couche PLU, avec son règlement associé pourrait être mise à disposition sur le web, une simulation de zones inondables est en réflexion.

Quand un Bureau d'Etudes a un projet sur la ville, il peut avoir accès à un extrait de la maquette sur le territoire concerné, pour y intégrer son projet. Les fichiers sont fournis gratuitement au format 3D Studio Max et la ville demande, en retour, que les données du projet lui soient transmises pour mettre à jour la maquette.

La mise à jour

Les mises à jour se font en interne, ce qui permet de conserver la maîtrise des évolutions. Cela a nécessité un développement de compétences complémentaires. La maquette gagne régulièrement en qualité, en allant vers l'hyperréalisme (oiseaux, vent, ...) sur certains espaces géographiques.

Les avantages et les limites

Les avantages

- il s'agit d'un outil d'aide à la décision. La simulation hyper réaliste permet de se concentrer sur l'insertion d'un projet dans son environnement réel ;
- tous les acteurs d'un projet sont au même niveau de visualisation ;
- cela permet de répondre assez facilement au questionnement des élus.

Les limites

- utiliser la maquette temps réel peut être un frein à la concertation publique, car de nombreuses personnes peuvent donner leur avis et demander des modifications, des variantes en temps réel. Il est sans doute préférable d'utiliser de la vidéo qui filme un scénario de la maquette ;
- la 3D vient d'un monde différent de celui du SIG, avec des formats de fichier, des structurations de données différents ;
- la solution technique reste encore assez propriétaire.

Les évolutions envisagées / souhaitables

L'un des souhaits est de disposer d'un interfaçage «transparent» avec le SIG, car la 3D utilisée seule, sans interconnexion avec l'aménagement territorial n'a sans doute plus beaucoup d'avenir. De plus, associer la maquette 3D et le SIG permet de mutualiser les coûts. Un autre souhait est de mettre en place un SIG 3D d'aide à la décision, en ne restant pas simplement au niveau de la technique. Un troisième souhait est d'offrir au citoyen une possibilité de mise à jour de certains aspects de la maquette, à travers internet. Actuellement, il y a entre 3 000 et 5 000 connexions par mois sur le site web de la ville qui concernent la consultation de la maquette virtuelle. Fort de ce constat, l'un des challenges à relever peut être de réfléchir aux différents usages permettant une véritable implication des internautes.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI sans hésitation, mais peut-être avec un hyperréalisme plus ciblé, car le texturage systématique n'est pas nécessaire. Il faut accepter de communiquer sur les coûts de la maquette et expliquer en quoi le coût initial souvent élevé permet un retour assez rapide sur investissement, quand les usages se développent et dépassent le domaine de la simple communication. Cela permet de répondre alors à une question régulièrement posée : Google propose une maquette virtuelle en 3D, pourquoi refaire la même chose ?



Vue du centre de Cannes : Palais des Festivals, Vieux Port, Quartier du Suquet



Projet de l'école Marcel Pagnol (Quartier de la Bocca)



Projet du Complexe Tennistique Maurice Chevalier (Quartier de la Bocca)

Sources : Cannes 3D © Ville de Cannes - 2007

Contact

M. Yann-Vari LECUYER
Directeur / Direction des SIG



Ville de Courbevoie



Historique

L'atelier du paysage urbain a été créé en 2003, suite à la signature d'une charte sur l'environnement. L'objectif était d'avoir un outil transversal pour tout ce qui touche à l'aménagement urbain et la concertation avec les habitants. Dans ce cadre, l'atelier a collecté des fonds cartographiques, dont le cadastre. Il est vite apparu que pour bien concerter, il était utile de disposer d'une cartographie plus conviviale que les plans 2D habituels. Une orthophotographie a été acquise auprès d'InterAtlas, avec un territoire dépassant les limites administratives strictes de la ville. L'atelier n'a pas la capacité en interne à gérer la construction et la mise à jour de la maquette numérique 3D. Il a donc fait appel à un prestataire externe, la société TUP (Thébaud Urbanisme Paysage), pour modéliser toute la ville en maquette blanche, avec le cadastre, l'orthophotographie, des données topographiques IGN, pour avoir une vision globale sur tout le territoire. Ensuite, chaque projet nouveau est inséré dans maquette, avec un texturage des façades. Un film est alors produit pour montrer les projets aux habitants. L'un des premiers projets traités a été celui de l'implantation du tramway. Un film pédagogique a été réalisé pour montrer à la population la future implantation *in situ*. Le fait de pouvoir naviguer dans celui-ci en 3D, tant en vue aérienne globale, qu'au niveau d'un piéton rend la présentation plus conviviale qu'avec un plan papier. Les réunions publiques ont ainsi permis d'intégrer des demandes et de faire évoluer le projet. Le projet d'aménagement des bords de Seine a été traité de la même manière. Un autre projet concerne l'aménagement du boulevard de Verdun, avec l'intégration des bus, des bandes cyclables, des 200 arbres. Pas encore accessible en visualisation à l'ensemble des habitants, il a cependant, déjà été montré et débattu dans le principe avec des groupes de travail auxquels participent des habitants volontaires.

Les données utilisées

Il s'agit de l'orthophotographie d'InterAtlas, à laquelle s'ajoute des données topographiques de l'IGN et celles du cadastre. La maquette blanche couvre l'ensemble du territoire et, en fonction du projet, des photos des façades sont prises pour le texturage. Le SIG de la ville est géré avec des outils comme Autocad ou Géomap par les services qui alimentent et mettent à jour les données géographiques, ce qui permet de gérer les réseaux, les équipements de la ville, le cadastre vert avec tous les arbres, la voirie, les données de trafic, la couche bâti. Le PLU va être intégré prochainement, en remplacement du POS. Nombre de données et de projets sont gérés de manière partenariale avec les maîtres d'ouvrage comme la RATP ou le Conseil Général. Les services techniques ont la possibilité de visualiser la maquette 3D.

Les usages actuels et futurs

L'atelier a fourni un extrait de la maquette numérique 3D au maître d'ouvrage sur la Défense, pour les projets de tours, par exemple, ce qui a permis de fournir des petits films d'animation à chaque prestataire potentiel. Pendant la réflexion sur le plan de circulation de la ville, un film a été fait pour montrer un premier résultat aux habitants, avec une approche au sol. Un autre projet en cours porte sur l'élaboration d'un plan local de déplacement, pour essayer de limiter la circulation de transit dans les quartiers et procéder à un rabattement de celui-ci sur les grands axes. Ce projet est mené en lien avec la RATP et le Conseil Général. Une cartographie du bruit est également en projet pour l'année 2009, avec plusieurs communes.

L'utilisation de la maquette blanche est intéressante, car comme elle n'est pas chargée par des détails de texturage, elle permet de réfléchir à l'équilibre des vides et des pleins et de travailler en prospective. Dans le cadre d'usages futurs, l'atelier souhaiterait faire davantage de simulations, à travers le PLU, par exemple, pour réfléchir à l'évolution de la ville, particulièrement sur le secteur de la Défense.

La mise à jour

La ville envisage de mettre à jour l'orthophotographie, avec un pixel plus précis à 6-8 cm, un MNT à pas d'1m, avec un Z à 50 cm et un MNE à pas de 50 cm, avec un Z à 30 cm. Des données sur la hauteur réelle du bâti vont aussi être collectées. Toutes ces données vont permettre une mise à jour de la maquette numérique.

Les avantages et les limites

Les avantages

- cela facilite la compréhension des projets, particulièrement pour les habitants ;
- c'est un outil pratique et clair pour la concertation, qui permet un réel gain de temps ;
- les films réalisés sont transmis à tous les partenaires des projets, ce qui facilite leur compréhension et leur adoption.

Les limites

- les services ne peuvent pas travailler directement sur la maquette ;
- cela reste actuellement un outil de communication, pas encore d'échanges.

Les évolutions envisagées / souhaitables

L'atelier n'envisage pas pour l'instant d'acquérir la compétence 3D en interne, n'en ayant pas le temps.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, sans hésitation. Il est aussi important de bien expliquer au public l'origine des données 3D, car celui-ci est souvent méfiant vis à vis de l'usage des images.



Insertion du projet de tram dans le site urbain
de Courbevoie (vue aérienne)



Insertion du projet de tram dans le site urbain
de Courbevoie (vue piéton)

© Copyright : Ville de Courbevoie – Géo Vision Avenir - 2006



© Copyright : Ville de Courbevoie – Géo Vision Avenir - 2008

Contact

Mme Muriel MARIE
Architecte – Ingénieur territorial
Responsable du service Atelier du Paysage Urbain





Historique

La nouvelle équipe municipale installée en 2001 a souhaité réfléchir à différents projets d'aménagement sur la ville. Avant de prendre des décisions importantes, elle a souhaité réunir et visualiser de nombreuses informations territoriales.

En 2002, deux projets : la ZAC Coligny (activité et logements) et la ZAC péricentre ont amené des interrogations sur la volumétrie et l'insertion urbaine de ces projets à venir. Il a donc été décidé de faire réaliser une maquette en 3D, avec plusieurs hypothèses pour simuler le futur aménagement : volumétrie (hauteur) et impact urbain. Tout a été replacé dans le contexte du terrain. Le résultat a permis de voir et de mesurer l'impact réel des projets. Avec cette expérience les élus ont pu bénéficier d'une véritable aide à la décision. Toutefois, il n'y a pas eu alors d'utilisation pour la concertation. Ce travail a fait prendre conscience aux élus de l'intérêt de la 3D. En 2003, à l'occasion de la réflexion sur la restructuration du centre ville, la même démarche a été utilisée pour la concertation et la communication. Ce projet a été l'opportunité de mener une démarche d'ensemble, cohérente, avec des études techniques en amont (façades, plan de circulation, logements, ...). Une modélisation 3D complète a été faite sur la rue de Bourgogne pour montrer au public ce que pourrait donner le quartier restructuré : reconstruction de la rue et du bâti, texturage hyperréaliste des façades à partir de photos, animations, ... D'autres opérations, dont le GPV (grand projet de ville) se sont ensuite enchaînées sur le même *modus operandi*. Tout cela a amené à une grande exposition sur l'urbanisme actuel et futur de la ville : Orléans 2015, avec l'organisation d'une journée débat sur le thème de «la 3D au service de la concertation». Le souci des élus est de montrer la cohérence des projets les uns par rapport aux autres, en fonction de leur articulation, de leur complémentarité et de leur intégration. C'est pour cela que la maquette numérique n'est pas hyperréaliste sur l'ensemble du territoire, privilégiant les projets eux-mêmes. Les maquettes 3D ont été réalisées par la société Géo Vision Avenir (GVA).

Les données utilisées

Les données, en l'absence de celles du SIG, viennent d'apports externe (IGN, par exemple) et de l'urbanisme.

Les usages actuels et futurs

La maquette aujourd'hui est à la fois un outil de communication (elle est disponible en consultation dans le hall de la mairie et un outil de travail. Les aménageurs dorénavant, doivent travailler en cohérence avec la maquette virtuelle, quand il s'agit de projets d'urbanisme contrôlé. Les usages sont toutefois différents. La maquette peut servir à tout le monde, mais pas de la même façon et pas au même moment. Il faut se servir du niveau de précision adéquat : les professionnels peuvent facilement interpréter une maquette géographiquement juste, mais non finalisée dans sa représentation réaliste, le public a besoin d'une maquette plus finalisée pour mieux comprendre ce que cela peut donner réellement.

La mise à jour

Elle se fait au fur et à mesure des projets. Aujourd'hui, l'un des objectifs est d'alimenter la maquette, en y intégrant les permis de construire les plus significatifs.

Les avantages et les limites

Les avantages

- c'est un véritable outil d'aide à la décision ;
- c'est aussi un outil efficace de concertation et de communication.

Les limites

- il n'y a pas d'interface aujourd'hui entre la maquette numérique et le SIG de la ville, l'approche est avant tout urbanistique.

Les évolutions envisagées / souhaitables

La Direction de l'urbanisme souhaite disposer de la maîtrise partielle sur la maquette numérique pour mettre à jour les petits projets, les plus gros continuant à être traités en externe. Il est souhaitable également d'utiliser beaucoup plus les données du SIG de la ville. Il serait utile aussi de pouvoir se servir dans les réunions de concertation d'une maquette modifiable en direct. Cela signifie avoir les compétences pour le faire.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, sans hésitation, mais peut-être avec une démarche un peu différente, privilégiant une plus grande maîtrise en interne et une collaboration avec le SIG.



Vue de la ZAC du Clos de la Fontaine



Place de la Rape (avec le projet de tram)



Modélisation de la gare d'Orléans

© Copyright : Ville d'Orléans – Géo Vision Avenir

Contacts

M. Yves BONNET
Directeur de l'aménagement et
de la planification urbaine

M. Olivier CARRE
Député - Adjoint au Maire
chargé de l'urbanisme



Ville du Havre



Historique

La réflexion sur une maquette numérique en 3D remonte à l'année 2000, avec un axe portant sur l'utilisation de données géographiques, en particulier pour le bâti. La BD Topo de l'IGN a été acquise en version 3D. Toutefois ce produit était limité, du fait de données incomplètes (forme des toits, par ex.). Comme il existait en interne à la ville des photos datée de 1997, de type orthophotographies, une restitution photogrammétrique des toitures a été lancée sur une zone test, afin d'essayer de bâtir un modèle en 3D sur un quartier. Le résultat s'est avéré probant et il a été décidé de continuer la démarche, en travaillant quartier par quartier, îlot par îlot, en fonction des projets urbains. Le premier quartier restitué en 3D a été le centre reconstruit, classé à l'Unesco. La démarche de constitution progressive de cette couche 3D a été continué, en la considérant comme une couche SIG à part entière. Tout le travail a été réalisé en régie (sauf la restitution), ce qui fait que la maquette est propriété de la ville du Havre et sous sa maîtrise technique. Convaincus, les élus sont devenus des relais du projet, car la 3D permet de montrer du concret, ce qui justifie le travail en amont sur les données du SIG. Actuellement, environ 75 projets ont été traités en 3D depuis 2001. Le bilan est positif et l'intérêt est maintenu tant pour la communication que pour le travail de la donnée en interne.

Les données utilisées

En 2006 une nouvelle orthophotographie (pixel, 20 cm) et un MNT plus précis ont été réalisés (levé Lidar avec 1 pt tous les 4 m² et précision altimétrique à 30 cm). Ces données couvrent l'ensemble de l'agglomération + le grand port maritime du Havre, Z = 30 cm). Ce projet a été mené en partenariat avec le port maritime. Parallèlement, la restitution de l'ensemble du territoire a été complétée, avec une mise à jour de l'existant. Un travail de texturage a été entrepris pour un certain nombre de bâtiments.

Les usages actuels et futurs

Quelques exemples : opération de déminage (bâti affecté), renouvellement urbain (insertion de projet), permis de construire pour vérifier la validité d'un projet, ... La mise en place d'une convention entre la ville du Havre et l'ANRU a permis le suivi des opérations de renouvellement urbain, avec des modélisation de plus en plus fines, pour l'aide à la décision, à la concertation publique et la communication institutionnelle. Les données sont exploitées en SIG, avec ArcGis 9.2, en CAO/DAO, avec Autocad Map 3D et en infographie avec 3D Studio Max. Le socle a été réalisé en interne avec ArcGis, puis le modelage volumétrique sous Autocad Map 3D. Les texturages ont été réalisés avec ces deux produits, la valeur ajoutée plus fine provenant de l'utilisation de 3D Studio Max.

La mise à jour

Une maquette numérique en 3D n'a de sens que si elle vit, avec une mise à jour régulière des données constitutives, ce qui implique beaucoup de travail. La réflexion en cours s'oriente vers une démarche partenariale pour mise à disposition gratuite de la maquette auprès des architectes (y compris pour leurs projets privés), avec en retour des informations intégrables facilement dans celle-ci. Concernant les levés topographiques, les bureaux d'études des Services Techniques de la ville travaillent en 3D, ce qui apporte des mises à jour intégrables dans le SIG qui alimente la maquette.

Les avantages et les limites

Les avantages

- cela permet d'avoir une compréhension du territoire plus intuitive ;
- la maquette se décline à plusieurs niveaux : aide à la décision, à la conception, par rapport au territoire ;
- la 3D peut être un élément fédérateur autour des projets.

Les limites

- la maquette peut permettre d'enjoliver la réalité ;
- il faut aller jusqu'à un certain niveau de détail et pas au-delà (après le rapport cout/usages devient plus difficile à gérer) ;
- une sous-utilisation de la maquette.

Les évolutions envisagées / souhaitables

La réflexion porte sur le développement des usages autour de la maquette qui n'est pas encore suffisamment exploitée par les services municipaux et elle n'est pas encore accessible au public. Il s'agit d'un enjeu fort de démocratisation de permettre l'accès à un tel outil de connaissance du territoire. Plus la maquette sera utilisée et meilleur sera le retour sur investissement. Le développement des partenariats est aussi un axe de développement des usages par le partage d'une maquette commune.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, bien sûr, en maintenant l'idée que si la maquette initiale peut être sous-traitée en prestation externe, sa mise à jour et ses évolutions doivent être traités en interne et en partenariats.



Vue partielle de la maquette 3D du Havre



Vue du centre de la mer (orthophotoplan + insertion projet 3D)



Vue sur le centre ville et le centre de la mer

© Copyright : Ville du Havre – Service SIGU – A. Guérout

Contacts



M. Olivier BANASZAK
Chef du Service S.I.G.U.

M. Anthony GUEROUT
Responsable du secteur
Cartographie, CAO/DAO
et 3D



Historique

A partir des années 70, des levés photogrammétriques partiels ont été réalisés. Depuis 1990, un levé systématique est fait tous les 2 ans. Il inclut les rues, les trottoirs, les élévations de terrain et le bâti. Depuis 3 ans, l'acquisition d'un scanner laser a permis de multiplier les levés avec une précision centimétrique. Celle-ci peut être modulée par la densité de points, en fonction du nombre de points levés sur une zone donnée. Cela nécessite d'avoir un réseau géodésique précis. Dorénavant, dès qu'un projet est lancé une équipe intervient avec le scanner laser. La cartographie numérique existe depuis près de 30 ans et chaque bâtiment avait une cote sur le toit. Lors de la construction de la maquette numérique en 3D, le bâti a ainsi pu être monté en élévation. La maquette est une maquette simple : en gris est représenté le bâti actuel et en rouge ce qui va être construit d'ici 20 ans. Cela permet de visualiser la restructuration et l'évolution de certains quartiers de Montréal. Dans le cadre du projet Montréal 2025, un certain nombre de bâtiments ont été finalisés et texturés, à partir de levés laser et de photos prises sur le terrain. L'un des projets, celui de la Place d'Armes a été intégré sur Google. Le bâti semble flotter un peu au-dessus du terrain, mais cela vient de l'altimétrie de Google.

Les données utilisées

Il y a une orthophotographie à 25-30 cm de précision (en x, y) et 30-40 cm (en z). La maquette a été générée à partir des données produites par les arpenteurs géomètres, c'est ce qui explique sa grande précision. Actuellement, un important travail est engagé pour finaliser le MNT. Pour la modélisation 2D/3D cartographique, les levés photogrammétriques ont été réalisés avec un stéréo restituteur analytique de type «Summit Evolution» et «DVP» à partir de photographies aériennes numériques géo-référencées (GPS, inertiel, points de contrôle au sol) dont la résolution des pixels est d'environ 12 cm. La saisie s'est faite avec Microstation. Pour la modélisation 3D centimétrique, les levés ont été fait avec une station totale et DAO mobile fieldPro et avec un scanner laser HDS 3000. L'interprétation, le traitement et la vectorisation des données ont été faits avec les logiciels Microstation, Autocad, Cyclone, CloudWork et PolyWorks. Pour la modélisation 3D cartographique et centimétrique, la génération de plans, l'intégration d'images, la diffusion et la simulation se font avec les logiciels Microstation, 3D Studio Max, Google, Feeling Software. Des métadonnées sont attachées aux données 3D. Les données produites en 3D concernent le MNT qui couvre l'ensemble de l'île de Montréal (pas de 10 m), la modélisation de plus de 350 000 bâtiments, les réseaux d'utilités publiques souterrains, etc.

Les usages actuels et futurs

Le réseau d'aqueducs et d'égouts de Montréal (regards, puisards, valves d'eau, bornes, fontaine) est intégralement restitué en 2D, avec une précision comprise entre 10 et 30 cm, suivant la méthodologie utilisée. Dans le cadre de certains grands projets, ces réseaux sont représentés en 3D. Actuellement, un projet de représentation en 3D de tout le mobilier urbain est en cours. La précision des données levées en 3D permet de mesurer la déformation d'un bâtiment en réalisant un scan de contrôle d'une façade. La modélisation à l'intérieur des usines de filtration est fait et le scan laser des tuyauteries permet la modélisation des tuyauteries étage par étage. Il ne faut pas limiter l'utilisation de la 3D à la simple modélisation du bâti. Dans le cadre d'un projet de relevé complet des galeries souterraines de Montréal, une station de métro a été entièrement modélisée.

La mise à jour

La mise à jour de la cartographie de base 2D, du MNT, des bâtiments 3D (LOD 1, LOD 2, voire LOD 3 et 4, CityGML), des réseaux, etc., s'effectue avec les mêmes logiciels que cités précédemment, sur l'ensemble de l'île de Montréal, selon un cycle de 2 ans. Quand il y a un projet, celui-ci est traité en interne à la Direction de la réalisation des travaux – Service des infrastructures, transport et environnement et les ressources nécessaires sont alors spécifiquement activées.

Les avantages et les limites

Les avantages

- le modèle s'approche de la réalité ;
- les repérages sont faciles et la visualisation est simple ;
- l'analyse, le contrôle et la simulation sont possibles ;
- cela permet la superposition d'autres éléments géographiques ;
- c'est un outil de gestion vivant et versatile.

Les limites

- la représentation est forcément simplifiée et idéalisée ;
- l'information est plus complexe et plus difficile à diffuser ;
- il y a encore des limitations technologiques.

Les évolutions envisagées / souhaitables

Une maquette 3D du sous-sol permettrait des interventions plus précises et ciblées en cas d'interventions, qu'elles soient d'entretien ou de secours. Un positionnement d'antennes dans des endroits clés pourrait peut-être permettre de suivre une intervention directement à partir de la maquette.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI. Certains produits répondent aux besoins de diffusion 2D, mais sont par contre très limités au niveau du 3D. Il faudrait tenir compte des possibilités de développement 3D pour certains des logiciels utilisés.



Vue sur le quartier des spectacles et fiche d'information associée



Modélisation de la place d'Armes



Modélisation du stade olympique avec la tour de Montréal et le biodôme

© Copyright : Ville de Montréal – Division Géomatique & Montréal 2025

Contacts

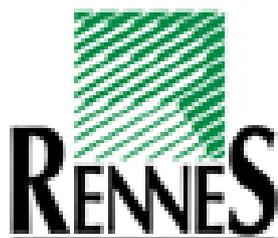


M. Jean LACOMBE
Arpenteur Géomètre
Chef d'équipe



M. Richard MONGEAU
Arpenteur Géomètre
Chef d'équipe

Division de la géomatique
Direction de la réalisation des travaux
Service des infrastructures, transport et environnement
Ville de Montréal



Historique

La démarche, une des plus ancienne en France, a commencé dès 1999 avec l'idée de proposer une présentation de la ville en 3D, dans le cadre des manifestations pour le passage à l'an 2000. Ce projet incluant une maquette 3D avec une modélisation historique a connu un grand succès auprès des habitants de la ville. La maquette a été réalisée par la société Archivideo, avec le logiciel Fast Builder. Fort de cette première utilisation, les élus ont formulé ensuite une demande de modélisation des projets d'aménagement en 3D et d'intégration dans l'existant pour les présenter aux habitants lors des réunions de concertation. En 2002, un CD Rom «Vivre à Rennes» a été produit, à destination notamment des nouveaux habitants. Il regroupait tous les organismes de la ville et permettait une localisation sur une carte et sur la maquette 3D. Début 2005, la maquette «temps réel» est mise en ligne sur le site web de la ville et en 2006, les fonctionnalités présentes sur le CD Rom «Vivre à Rennes» y sont intégrées. Fin 2006, une convention est signée avec la société Pages Jaunes et la maquette 3D est ainsi disponible sur le site de la société. Début 2005, dans la perspective d'un projet de thermographie et suite à une analyse des besoins interne de la ville en matière de 3D, une réflexion est engagée sur la refonte du modèle. Le projet vise à améliorer la géométrie des bâtiments et à prendre en compte la mise à jour régulière du modèle. La solution retenue est la restitution photogrammétrique des toitures et l'intégration des données restituées dans le SIG, plus précisément dans la base de données générale qui est mise à jour quotidiennement. Cette restitution photogrammétrique, réalisée à partir de l'orthophotographie de 2004 a nécessité la reprise de tous les Permis de Construire après 2004, soit 674 PC repris. En février 2007, le modèle 3D est entièrement reconstruit et la nouvelle maquette est alors mise à disposition des services techniques et sur l'intranet géographique.

Les données utilisées

Les données utilisées sont celles de la ville de Rennes : orthophotographie (Rennes Métropole), MNT de précision métrique, emprises des bâtiments, restitution photogrammétrique. A cela s'ajoute la position des arbres, le mobilier urbain et les photos prises pour les façades des bâtiments. Les données géographiques (2D et 3D) sont gérées en interne, avec le logiciel Ascodes de JsInfo. Des fonctionnalités de construction 3D ont été développées par le Service administration des SIG autour de ce moteur logiciel.

Les usages actuels et futurs

Les Services Techniques commencent à s'approprier la nouvelle maquette. Ainsi, en 2008, plusieurs études pour des simulations d'ensoleillement ont été réalisées en interne par le service cartographie et 3D. Pour ce cas précis, l'outil 3D a été un réel outil d'aide à la décision. La 3D est partie intégrante du SIG, il est donc possible de faire des modélisations, mais également d'effectuer tous types de requêtes : par exemple, cartographier tous les bâtiments de plus de 20 m de haut pour simuler l'implantation d'antennes relais. Enfin, la 3D permet de naviguer dans le temps : une modélisation historique de la ville de 1947 a été réalisée. Ce nouveau modèle couplé au modèle 3D actuel permet au citoyen de comprendre l'évolution de sa Ville.

La mise à jour

La mise à jour du modèle 3D est réalisée en interne par le service Cartographie et 3D. Ces mises à jour sont faites à partir des permis de construire. Pour le site Internet, Archivideo reste le prestataire. Il a les compétences de déploiement temps réel. A ce titre, il lui est fourni un export du SIG 3D pour qu'il puisse réaliser les mises à jour.

Les avantages et les limites

Les avantages

- l'existence d'un SIG 3D ;
- une mise à jour des données quotidienne par le service Cartographie et 3D ;
- des extractions de données 3D à la demande (la donnée 3D n'est pas stockée, seules les informations vectorielles permettant de la construire sont dans le SIG).

Les limites

- l'interopérabilité : aujourd'hui, il est nécessaire d'avoir un développement réalisé sur Ascodès qui oblige à exporter les données ;
- la coexistence de 2 bases pour satisfaire les contraintes temps réel : la base gérée en interne est exportée annuellement vers Archivideo pour créer la base temps réel.

Les évolutions envisagées / souhaitables

L'avenir de la maquette numérique 3D tient dans le développement des usages. L'intégration des données du sous-sol peut constituer une évolution intéressante.

Et si c'était à refaire ?

Ce serait OUI, bien sûr, avec l'idée que l'utilisation dans les projets d'aménagement est nécessaire et doit être développée.



Vue simplifiée Madeleine



Vue texturée du quartier Mac Mahon

© Copyright : Ville de Rennes et Artefacto



© Copyright : Ville de Rennes et Archivideo

Contact

Mme Isabelle LARIVIERE-GILLET
Service CARTE - Activité Cartographie et 3D

Il ressort de nos entretiens qu'il existe aujourd'hui un véritable engouement pour les maquettes virtuelles en 3D dans les collectivités territoriales françaises, mais aussi francophone. La différence entre les différentes expérimentations réside plutôt dans l'approche de la problématique : d'un côté un outil plutôt centré sur la communication, avec des données géographiques dont la précision reste relative, de l'autre un outil plus centré sur l'aide à la décision, l'aménagement du territoire, l'intégration de projets dans une représentation du terrain réel. Ces démarches ne sont pas antinomiques, elles convergeront bientôt. C'est l'investissement financier qui fera la différence et surtout les usages, nombreux, qui se font jour, tant au niveau des utilisateurs métiers que du grand public qui veut être informé, participer, donner son avis, sur un territoire dans lequel il vit au quotidien.

SYNTHESE

L'objectif initial de cette étude était de réaliser un premier panorama sur l'existence et l'utilisation de maquettes virtuelles en 3D dans les collectivités territoriales française et plus précisément francophones.

Les informations recueillies au cours des différents entretiens nous ont permis d'atteindre cet objectif et nous en retirons des éléments d'appréciation sur les items suivants :

1. Le contexte de chaque démarche.

L'existence d'un SIG est avérée dans la plupart des collectivités interviewées. Cependant, ce n'est pas toujours l'argument déclencheur, même si l'évolution d'un SIG 2D vers une maquette 3D peut sembler a priori naturelle aux différentes personnes qui travaillent avec l'Information Géographique (administrateurs, responsables, techniciens, ...).

L'argument déclencheur est le plus souvent politique : ce sont les élus qui décident d'utiliser une maquette numérique en 3D pour mieux percevoir l'aménagement actuel et futur de leur territoire et pour communiquer avec la population. Ce nouvel outil est perçu comme pouvant apporter une aide à la décision et permettre de se projeter dans le futur d'un aménagement programmé, ce que permet moins facilement la cartographie en 2D, aussi conviviale soit-elle.

2. les données mobilisées / mobilisables.

On retrouve systématiquement les données que l'on peut qualifier de «référentiels» : la photographie aérienne sous forme d'orthophotographie (orthophotoplan), le MNT (Modèle Numérique de Terrain) et, de plus en plus, un MNE (Modèle Numérique d'Élévation). Le MNT, élément indispensable à la fabrication d'une ortho, même si celle-ci est utilisée en 2D, devient l'élément indispensable pour restituer l'altitude et donc le relief du terrain. Le MNE est utilisé pour l'altimétrie des bâtiments.

Ces données de référentiels servent donc à faire le socle de la maquette en 3D. A ceux-ci sont souvent superposées d'autres données, en provenance ou non du SIG, telles que des éléments de topographie, du cadastre, du bâti, des réseaux, de la végétation, du mobilier urbain, ...

Nombre de ces données sont d'ailleurs en 2D et donc simplement «drapées» sur la maquette. Pour la végétation, certains outils logiciels permettent une représentation en 3D, avec une simulation de croissance en fonction des espèces végétales.

Il ressort régulièrement des entretiens que les données de référentiels sont souvent d'une précision limitée, particulièrement pour l'altitude (la coordonnée z). C'est pourquoi des mises à jour plus précises de ces données sont envisagées rapidement. La maquette 3D requiert bien une précision supérieure au SIG 2D.

Pourtant, ces données des SIG 2D sont assez peu intégrées et il ressort que le but ultime n'est pas de les intégrer toutes, mais plutôt de construire dorénavant les données géographiques directement en 3D, ce qui nécessitera sans doute une évolution culturelle et un accompagnement au changement d'un certain nombre de pratiques pour les principaux producteurs/utilisateurs de données.

3. les enjeux actuels.

Ils sont de quatre ordres :

→ Enjeux Techniques

c'est le plus souvent une société prestataire qui a construit la maquette initiale et particulièrement lorsqu'il y a intégration de bâtiments réalistes. La gestion revient maintenant plus facilement à la collectivité qui le souhaite, car certains outils logiciels le permettent. Cela nécessite toutefois une maîtrise technique qui n'est pas à la portée de tout le monde ;

→ Enjeux de Gestion

se pose systématiquement la question des utilisateurs, non pas ceux, tel le grand public, qui la visualise, mais plutôt ceux, dans les services, qui sont susceptibles de s'en servir, de l'enrichir. Il est ainsi question de transfert de compétences. Cela pose aussi la question du personnel pour gérer cette maquette et donc, des budgets alloués ;

→ Enjeux Financiers

contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, l'utilisation de la 3D dans certaines Directions ou Services de collectivités n'est pas nouvelle : les gestionnaires des routes départementales dans de nombreux Conseils Généraux utilisent celle-ci pour l'insertion d'avant-projets dans le paysage et la présentation aux élus. Le redondance de cette pratique, utile en soi, n'a d'égal que la redondance des coûts. La réalisation d'une maquette 3D pour l'ensemble d'une collectivité devient intéressant en terme de mutualisation du travail, mais surtout des coûts. L'investissement initial peut sembler assez élevé, le retour sur investissement (ROI) est assez rapide. Comme pour les données géographiques 2D, la mise à jour est un élément essentiel et récurrent ;

→ Enjeux d'Usages

disposer d'une maquette de son territoire en 3D est intéressant, mais il est nécessaire de bien en maîtriser les usages immédiats et de réfléchir aux usages futurs. Cette thématique est régulièrement ressortie de nos entretiens. Les principaux usages recensés concernent la communication spécifique ou générale, l'aide à la décision, la concertation. Les différents publics impactés sont ainsi les élus et les citoyens, le «grand public», les techniciens, les partenaires.

4. les perspectives d'évolution.

Elles vont toutes vers une utilisation de plus en plus grande de la maquette virtuelle en 3D et nos interlocuteurs ont fait ressortir des éléments précis :

- une meilleure précision des données géographiques, dans les 3 coordonnées (x, y et z) ;
 - une réflexion sur l'intérêt du rendu de la simulation 3D : généraliste, réaliste, hyperréaliste ;
 - une demande d'autonomie dans la prise en main de la maquette, par un véritable transfert de compétences ;
 - un partage de celle-ci, à la fois entre les services d'une même collectivité, mais aussi avec les partenaires de celle-ci et une pratique collaborative avec les architectes, par exemple, est souvent revenue dans les conversations ;
 - une réflexion approfondie des usages de demain ;
 - une prise de conscience des risques éventuels de tromperie dans l'utilisation de la 3D, sur les perspectives, par exemple ;
 - une volonté d'ouvrir à la concertation, à la communication.
- Nous sommes proches ainsi des démarches participatives, en gardant à l'esprit les limites de celles-ci.

Lors des interviews, lorsque nous avons posé la question suivante : «*Et si c'était à refaire ?*», tous nos interlocuteurs(trices) ont eu cette réponse : OUI, même si le contexte de réalisation serait envisagé différemment. Cela montre bien tout l'intérêt de cette démarche.

ANALYSE

A partir des éléments d'informations recueillis, nous proposons un tableau de présentation de la 3D territoriale (type FFOM) :

+	-
Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> × Facilite la compréhension de tous × Permet de gagner du temps × Véritable lien entre CAO et SIG × Outil participatif × Construction de films de simulation × Outil d'aide à la décision 	<ul style="list-style-type: none"> × Peut enjoliver la réalité × Outils techniques complexes / multiples × Coûts × Données hétérogènes × Outil participatif × Fait appel à l'émotionnel
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> × Cohérence des données × Valorisation des données × Évolution culturelle × Vrai support de communication × Développement des usages de demain × Intégration des données du sous-sol 	<ul style="list-style-type: none"> × Absence d'éthique × Manque de partenariats × Absence du collaboratif × Trop de réalisme × Pas de portage politique × Pas de moyens suffisants

Nous pensons que, parmi les enjeux que nous avons précédemment évoqués, ce sont les usages qui sont les plus importants à réfléchir et à développer. Si une collectivité veut construire une maquette virtuelle en 3D, elle doit répondre à une question essentielle : pour quoi ?

S'il s'agit d'aide à la décision → **c'est pour concevoir et analyser.**

S'il s'agit d'aide à la concertation → **c'est pour communiquer et partager.**

S'il s'agit d'accès pour le grand public → **c'est pour regarder et appréhender.**

S'il s'agit de mise en oeuvre de partenariats → **c'est pour aménager ensemble.**

Finalement, ce sont tous ces thèmes qui constituent les usages réels d'une maquette et plus celle-ci sera utilisée, partagée, visualisée, plus elle sera enrichie, vivante, comprise et meilleur sera le retour sur investissement. Il nous semble que l'avenir de la 3D territoriale s'appuiera sur les éléments suivants :

- la maîtrise des outils et des projets ;
- l'interopérabilité (données, logiciels, échelles), avec des normes comme IFC et CityGML ;
- la construction de données géographiques directement en 3D ;
- la simulation du réel avec la dimension temporelle
- l'aménagement concerté et collaboratif.

• L'enseignement des nouvelles technologies est-il d'actualité ?

Si l'on interroge les universités, les écoles d'urbanisme, d'architecture, de paysage, d'ingénieurs, la formation y est généralement aléatoire et parfois laissée à l'initiative plus de la passion que de la raison.

La situation est souvent déconcertante, où, recherche et développement mettent sur le marché des outils totalement nouveaux qui changent les modes de production, voire même les modes de réflexion, sans qu'aucune formation initiale ou continue ne soit mise en place pour permettre l'intégration de ces forces nouvelles. Aujourd'hui, il faut bien admettre que ce sont généralement les industriels qui forment, ceux qui vont utiliser leurs logiciels et leurs matériels.

Un peu comme si, dans le monde automobile, les écoles de conduite étaient gérées par les marques, de la Formule 1 au véhicule de service. Si la situation actuelle est plutôt intéressante économiquement pour les éditeurs de logiciels et les fournisseurs de données, elle est limitante pour la sphère des utilisateurs, que ce soient les collectivités territoriales, les cabinets et les bureaux d'études, ... qui se plaignent souvent d'avoir à financer des formations avant de pouvoir espérer commencer à amortir l'investissement réalisé sur ces nouveaux outils.

On est en droit d'attendre, dans un monde aussi averti et performant que sont les universités, écoles et industries qui travaillent sur l'intelligence artificielle, qu'il y ait une véritable réflexion sur les synergies à développer dans ce domaine incontournable de la formation.

Le carrefour des écoles, organisé dans le cadre du salon Imagina est un pas vers le partage d'expérience pour évoluer et faciliter la formation tant initiale que continue. Ce formidable rassemblement de ceux qui produisent ces nouvelles technologies, ceux qui produisent les données et enfin, ceux qui les utilisent, permet d'ouvrir le champs sur ce maillon essentiel qu'est la formation. Le premier carrefour du 6 février 2009, que nous avons initié avec Hervé Halbout, Consultant SIG et 3D, a permis de réunir l'Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP), l'Ecole d'Architecture Paris Val de Seine, l'Ecole des Architectes et Paysagistes de Genève, l'Ecole d'Architecture de Bruxelles, mais aussi les centres de formations professionnelles ou de Licences Professionnelles de Roville-aux-Chênes dans l'Est de la France et de Tournus pour la Bourgogne.

De ce premier carrefour ressort la difficulté de faire prendre en compte l'urgence de l'adaptation du corps enseignant aux ouvertures que donnent les nouvelles technologies et leur enseignement pour demain. La difficulté réside aussi dans la prise en compte des risques encourus, car la magie de l'image n'est qu'un moyen et non une fin en soi.

L'envie de progresser des participants a amené Régis Vallée, Directeur de l'EIVP, à proposer la rédaction d'un bilan, véritable inventaire des formations actuelles. De ce fait, rendez-vous est pris pour septembre 2009, à l'EIVP, pour faire avancer cette réflexion et définir la politique collective qu'il sera possible de proposer.

Rendez-vous est également pris, suite à une action commune, pour qu'à Imagina 2010, **un nouveau carrefour permette de proposer une typologie des formations de tous niveaux utilisant la 3D, les moyens à mettre en œuvre, les bons usages de ces technologies**, pour répondre aux attentes des professionnels, futurs employeurs des générations arrivant sur le marché du travail.

• A propos de l'étymologie de l'image

Image de séduction, image d'expertise, image de l'aménagement du territoire jouent un rôle important dans la concertation de projets. Force est de reconnaître qu'actuellement toutes les possibilités illustratives ou illustrées des réalités, sont autant d'éléments pouvant alimenter des rêves irréalistes et loin d'une réalité opposable au tiers.

C'est pour répondre à cette volonté d'un réalisme respectueux d'un mode de représentation, basé sur un géoréférencement et des images correspondant à ce que seront réellement les sites visualisés, qu'une équipe de spécialistes de l'Etat de Genève et de Suisse topo, de l'IGN, de l'Atelier d'Urbanisme de Lyon et de la Société GVA a décidé de **promouvoir une charte d'éthique 3D**. M. Mathey, Secrétaire Général du Canton de Genève, avait proposé lors d'Imagina 2008 cette démarche. Aujourd'hui, un projet de charte a été présenté à Imagina 2009. Cette proposition, **véritable pacte de sincérité sur l'utilisation des images 3D et sur les enjeux de celles-ci**, ouvre un débat pour quelques mois encore, qui se veut le plus large possible.

Rendez-vous est pris pour une signature formelle lors d'Imagina 2010. Nous produisons ici les premières réflexions du groupe de travail, groupe ouvert à l'apport de ceux qui souhaitent apporter leurs expériences.

Contact

M. Philippe THEBAUD
Urbaniste - Paysagiste
GéoVisionAvenir (GVA) / Thébaud Urbanisme & Paysage (TUP)



Charte d'éthique pour une utilisation crédible de la représentation tridimensionnelle du territoire fondée sur des données avérées.

• Introduction

La troisième dimension constitue sans contexte 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. Encore faut-il, pour cela, que l'ensemble des données d'une représentation tridimensionnelle du « terrain » et que les modélisations retenues répondent à une somme d'exigences reconnues par l'ensemble des acteurs. Même les maquettes carton, même les plus réalistes et les plus fines, rendent encore insuffisamment compte de la réalité objective du terrain, lorsqu'il s'agit par exemple de restituer avec exactitude des gabarits et des perspectives, sur la base d'un parcellaire en deux dimensions.

Nombre de projets risquent de pâtir de ces carences, lorsque la vision du décideur ne coïncide pas nécessairement avec celle du promoteur. Il s'agit pour l'essentiel de fournir des éléments d'appréciation permettant aux instructeurs des dossiers et aux populations concernées de visualiser l'impact d'un projet dans son cadre réel. Le maître d'oeuvre doit situer son projet dans le quartier, donner à voir comment le bâti qu'il propose s'intègre vis-à-vis des voisins et expliquer ce que l'on verra. Ceci est prépondérant en particulier pour ce qui concerne l'insertion de nouveaux bâtiments dans le paysage.

Nous observons une grande palette d'utilisation de la 3D; il existe un gradient, de l'univers du jeu aux domaines administratifs régulés par les différentes législations. L'univers du jeu a permis un essor sans précédent de la 3D, avec des images de synthèse, des univers de type «Sim City», «Second life», «Spore», etc. Les milieux immobiliers publient pour leur part de plus en plus de renseignements en images de synthèse, pour promouvoir un projet, vendre des appartements, etc. Enfin l'administration publique a besoin de données et d'images qui ne travestissent pas la réalité, afin de se prémunir de prises de décisions insuffisamment fondées ou même inadéquates.

Dans tous les cas, l'utilisateur institutionnel a besoin de données avérées, fiables et d'une précision suffisante, en vue d'une utilisation crédible des visualisations tridimensionnelles du territoire pour répondre aux besoins, aussi bien en matière de concertation lors de la phase d'élaboration et de présentation des projets, que pour ce qui concerne la simulation de situations réelles, telles que les émissions de bruit, les calculs d'ensoleillement, l'analyse de la visibilité, etc.

La présente charte s'inscrit dans cette perspective. Elle s'adresse aux services de l'administration, aux collectivités locales, aux acteurs économiques et aux unités de recherche qui saisissent, gèrent, utilisent et diffusent des géodonnées tridimensionnelles ou qui créent et publient des représentations tridimensionnelles. En signant la charte, ils s'engagent activement à respecter les principes, les valeurs et les exigences portées dans leur travail quotidien et dans les mandats avec leurs clients tant publics que privés. Ils s'engagent également à promouvoir cette charte.

• Principes généraux et valeurs

Nous voulons une utilisation crédible de la représentation du territoire :

- en nous engageant à créer des images de synthèse ou des scènes tridimensionnelles sans manipulation afin d'éviter d'influencer à son insu le spectateur, le client, le décideur,
- en utilisant des données géométriquement juste et possédant une qualité suffisante pour représenter la réalité ou le futur projet,
- en précisant systématiquement les objectifs de communication de chaque image de synthèse utilisée, en mentionnant la légende correspondante,
- en faisant progresser l'utilisation des représentations 3D du territoire en fonction des étapes du projet,
- en nous engageant à ne pas :
 - dissimuler certains éléments susceptibles de modifier la perception d'un site ou d'un projet,
 - supprimer ou ajouter des éléments afin d'influencer la perception d'un site ou d'un projet,
 - sélectionner, éliminer des images ou des scènes,
 - supprimer des éléments permettant d'avoir une perception correcte de l'échelle de l'image ou de la scène tridimensionnelle,
 - faire figurer des détails, aménagements ou autres éléments qui ne seront jamais mis en oeuvre, afin de ne pas transformer la réalité,
 - en donnant les sources et informations précises et complètes pour chaque image de synthèse ou scène tridimensionnelle,
 - en utilisant des informations actualisées, complètes, vérifiées, exactes et représentatives, tout ceci en fonction de la nature du projet à réaliser.

• Qualification des données et des représentations

Nous voulons faire preuve d'une totale transparence sur nos produits :

- en fournissant les caractéristiques de chaque donnée utilisée, notamment en ce qui concerne sa précision, sa fiabilité, son actualité, son géoréférencement, son exhaustivité, son degré de détail, son étalonnage, sa modélisation,
- en indiquant la traçabilité de chaque donnée utilisée, notamment son mode de saisie, de mise à jour, son origine ou sa source, le propriétaire,
- en précisant les caractéristiques de chaque représentation tridimensionnelle (image ou scène), comme par exemple le contenu, le type de rendu, les paramètres de l'image ou de la scène, les traitements.

• Développement de réseaux et formation

Nous voulons sensibiliser les différents acteurs sur les principes de cette charte et faciliter la formation continue dans la représentation tridimensionnelle du territoire :

- en mettant en place un réseau de communication sur la représentation tridimensionnelle du territoire (club 3D, forum, autre),
- en mutualisant les bonnes pratiques, notamment en matière d'éthique dans l'utilisation de la 3D,
- en encourageant la formation (initiale et continue) et la recherche,
- en apportant notre soutien à des projets permettant de mettre en avant les bonnes pratiques.

• Consultation

Une charte sur l'éthique 3D se doit d'être évolutive.

Le présent document est un premier projet. Nous vous invitons à nous faire part de vos remarques et suggestions. A cette attention une page web a été ouverte sur le forum www.geowebforum.ch, sous le thème « Recherche ».

• Les auteurs

Swisstopo, Office fédéral de topographie – Wabern

IGN, Institut géographique national – Paris

GE-DT, République et canton de Genève/Département du territoire – Genève

Urba-Lyon, Agence d'urbanisme de Lyon – Lyon

GVA, Géovision-Avenir – Paris

SIA, Société des ingénieurs et architectes, section genevoise – Genève

AGG, Association des géomètres et géomaticiens genevois – Genève

Il ressort de notre étude qu'il existe aujourd'hui un véritable engouement pour les maquettes virtuelles en 3D dans les collectivités territoriales françaises, mais aussi francophone. La différence entre les différentes expérimentations réside plutôt dans l'approche de la problématique : d'un côté un outil plutôt centré sur la communication, avec des données géographiques dont la précision reste relative, de l'autre un outil plus centré sur l'aide à la décision, l'aménagement du territoire, l'intégration de projets dans une représentation du terrain réel. Ces démarches ne sont pas antinomiques, elles convergeront bientôt. C'est l'investissement financier qui fera la différence et surtout les usages, nombreux, qui se font jour, tant au niveau des utilisateurs métiers que du grand public qui veut être informé, participer, donner son avis, sur un territoire dans lequel il vit au quotidien.

Nous pensons que les collectivités sont maintenant prêtes à utiliser la 3D pour l'aide à l'aménagement et à la compréhension de leur territoire. Elles seront, un jour prochain, prêtes à travailler directement en 3D. Le résultat en sera que nous n'aurons plus à parler de socle, de maquette virtuelle, mais bien de territoire en 3D. Cette étude s'est voulue volontairement limitée en terme d'observation, en privilégiant les aires urbaines et en écartant les grands territoires (départements, par exemple). Une approche plus exhaustive, dans le cadre de la mise à jour et de la valorisation de ce document, permettrait certainement de les intégrer et de tisser ainsi ce qui sera un jour la représentation virtuelle de notre réel dans toutes ses dimensions.

MONACO 3-5 FEBRUARY 2010

imagina

EXPAND YOUR VISION



THE EUROPEAN 3D SIMULATION AND VISUALISATION EVENT

IMAGINA est l'événement européen majeur des solutions d'aide à la conception et d'aide à la décision utilisant la visualisation et la simulation.

aménagement du territoire



industrie

architecture & urbanisme

média & entertainment

www.imagina.mc



IMAGINA
c/o Monaco Mediap
4, bd du Jardin Exotique – MC 98000 MONACO
Tél.: +377 / 93 10 40 54
www.imagina.mc



CITIS – ODYSSEE
4, avenue de Cambridge
14200 Hérouville-Saint-Clair - France
Tél.: +33 (0)6 07 98 27 65
www.hc-sig.fr