

# Évolution du socle de données 3D de la Métropole de Lyon

■ Manuel PLANE - Alain PURICELLI

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, la Communauté urbaine de Lyon a fait place à la Métropole de Lyon. Cette nouvelle collectivité réunit les compétences du Département et de la précédente Communauté Urbaine sur les 59 communes qui composent le territoire du Grand Lyon. Le service "Géomatique et données métropolitaines" succède ainsi au service de l'Information Géographique avec de nouvelles perspectives en lien notamment avec le développement économique. L'activité 3D restera au cœur de ses missions et fait l'actualité en ce début d'année avec plusieurs annonces. Retour sur une démarche initiée il y a plusieurs années et concrétisée récemment par la mise à disposition du référentiel 3D sur la plateforme Open Data de la nouvelle Métropole de Lyon.

## Une décennie de production et d'évolutions technologiques

Le début du XXI<sup>e</sup> siècle a marqué un tournant technologique avec notamment l'exploitation du GPS (*Global Positioning System*) et ses impacts sur les méthodes de production (lever topographique, systèmes de coordonnées, etc.). Dès 2004, le Grand Lyon s'est équipé d'un récepteur GPS bifréquence et a souscrit un abonnement de correction temps réel auprès

### MOTS-CLÉS

3D, MNT, bâtis, maquettes, numérique, open data, usages, smartcity

d'une société en 2005. Le changement de système de coordonnées de NTF (Nouvelle Triangulation Française) à RGF93 (Réseau Géodésique Français) a fait l'objet d'un projet complexe étalé sur plusieurs années. L'ensemble des plans et bases de données a été transformé dans le nouveau référentiel avec une grille locale réalisée en interne et adaptée au canevas existant. Le GPS est aujourd'hui utilisé quotidiennement pour les rattachements ou les contrôles de chantiers topographiques.



Mesures GPS de points de canevas existants

Parallèlement, les premières caméras matricielles ont vu le jour avec le développement du numérique qui marque l'abandon des traditionnelles campagnes de photographies argentiques ou analogiques. La dernière campagne argentique pour le compte du Grand Lyon s'est ainsi déroulée en 2003 avec une prise de vue à 16 cm pour 1 500 clichés photographiés. Pour comparaison, la dernière campagne de prise de vue réalisée en 2012 avec une caméra numérique matricielle possède une résolution de 10 cm pour près de 9 000 clichés numériques de 195 millions de pixels chacun !

Les nouveaux capteurs (LIDAR, caméras numériques grand format) et les nouvelles plates-formes (relevés mobiles, drone, etc.) complètent cette révolution technologique et participent à une explosion des volumes de données à traiter. A titre d'exemple, le relevé laser aéroporté enregistré durant la dernière campagne de prise de vues en 2012 représente un volume de 90 Go de données pour plus de 2 milliards de points relevés avec une précision de



Caméra Zeiss LMK 2000 (focale 300 mm)



1 500 clichés numérisés sur 140 DVD



Caméra UltraCam X (focale 100.5 mm)



Serveur NAS avec 10 To d'espace disque



Échelle 1/100 000

15 cm ! Un relevé mobile de corps de rue par méthode photographique nécessite le stockage de plusieurs Gigaoctets par km parcouru. Enfin, Les 9 000 clichés enregistrés durant la dernière campagne de prise de vue aérienne représentent plus de 4,5 To de données brutes.

Tous les clichés des prises de vues aériennes à l'origine des orthophotographies sont systématiquement commandés (avec les paramètres d'orientation et de positionnement) afin d'être utilisés pour d'autres usages, notamment la saisie photogrammétrique et plus récemment la texturation automatique des bâtiments 3D. Le modèle Numérique de Terrain et les contours de bâtiments sont ainsi saisis par cette méthode et mis à jour à chaque nouvelle campagne de prise de vue.

### Constitution du socle de données 3D du Grand Lyon

Les premières données issues de la saisie photogrammétrique aérienne étaient initialement exploitées à des fins de cartographie 2D. C'était le cas en particulier des éléments de bâtis dont les contours 3D venaient enrichir le Système d'Information Géographique pour des exploitations en plan. Cette donnée associée à d'autres couches saisies sur la base de l'orthophotographie (îlots, bords de chaussée, détails topographiques,



Échelle 1/50 000

etc.) offrait ainsi une première ébauche du fond de plan communautaire utilisable à différentes échelles.

Dès 2003, les éléments de bâtis saisis par photogrammétrie suivaient un cahier des charges rigoureux décrivant la méthodologie et la structure de modélisation attendue. Les "squelettes" de toitures, c'est-à-dire les gouttières, noues et éléments de faîtage devaient être saisis sous forme de Polygones 3D. Les snaps (ou accrochages) 2D entre éléments jointifs étaient imposés pour garantir la topologie. Ce principe de saisie est toujours d'actualité avec quelques adaptations à la marge. Le référentiel bâti se compose ainsi de plus de 450 000 éléments décrivant les géométries de toitures des 250 000 bâtiments cadastraux.

Ce n'est qu'à partir de la mise à jour de 2009 que les premiers volumes de bâtiments ont été produits à partir des données sources et exploités à des fins 3D. La structure des modèles permet alors de séparer et identifier les façades des toitures et des superstructures. Cette modélisation s'est accompagnée d'un enrichissement sémantique et de l'ajout d'attributs. Ces premiers éléments 3D étaient stockés dans le format ESRI Multipatch et Autocad Map 3D Object Data sous forme de fichiers organisés par dalles de 5 x 5 km. Leur exploitation est restée assez confi-

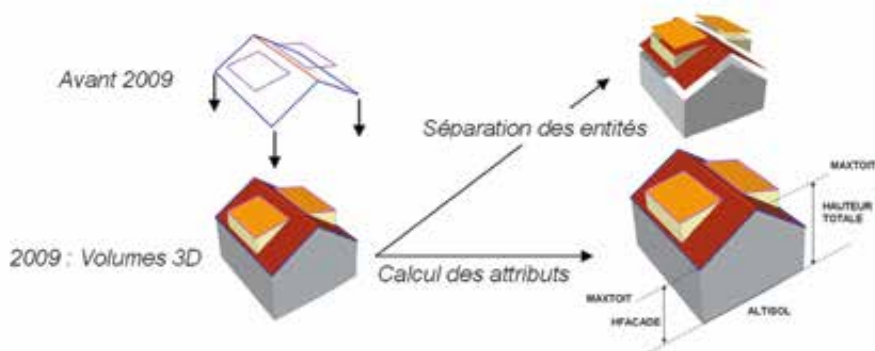
dentielle et limitée aux spécialistes du service de l'Information Géographique ; Les outils et volumes de données ne permettant pas aux néophytes d'exploiter facilement ce référentiel.

### Un Bâtiment cadastre



Six éléments de toitures 3D





Autre couche du socle de données 3D, le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est également issu d'une saisie photogrammétrique basée sur les clichés de la prise de vue aérienne. Les premiers livrables se composaient de lignes de ruptures simplifiées et de points cotés répartis de manière plus ou moins lâche sur le territoire. Ce premier modèle servait uniquement dans la production de l'orthophotographie, ce qui explique son niveau de qualité simplifié mais suffisant pour cet objectif.

A partir de 2003, le MNT a été renouvelé et complété de nouveaux éléments permettant de modéliser plus précisément le relief. Les milliers de lignes de ruptures décrivaient de plus en plus d'éléments (talus, berges, murets, etc.) et les points cotés au sol étaient saisis tous les 40 m. Ainsi, en 2009, le MNT se composait de plus de 140 000 lignes de ruptures et 500 000 points pour un territoire de 1 200 km<sup>2</sup>. La dernière mise à jour du MNT en 2012 a marqué un tournant dans l'évolution du socle 3D. De nouvelles règles de saisie et un nouveau cahier des charges (très contraignant) ont été mis en œuvre pour générer

un modèle de très grande qualité. Au total, ce sont plus de 350 000 lignes de ruptures qui composent maintenant le modèle et plus d'un million de points au sol complètent cette saisie. Les éléments sont typés en 12 classes et suivent des règles de topologie très strictes. Le modèle ainsi constitué est une base jugée satisfaisante pour la représentation 3D du territoire à moyenne échelle (précision submétrique).

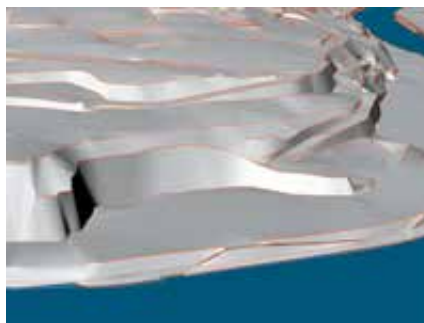
Le service Géomatique et données métropolitaines contrôle le MNT et réalise des produits dérivés : génération des TIN (*Triangulated Irregular Network*), des courbes de niveaux, de grilles raster en suivant des découpages

par commune ou par dalles de 5 x 5 km. Au total, ce sont près de 500 produits disponibles sur étagère dans différents formats et découpages.

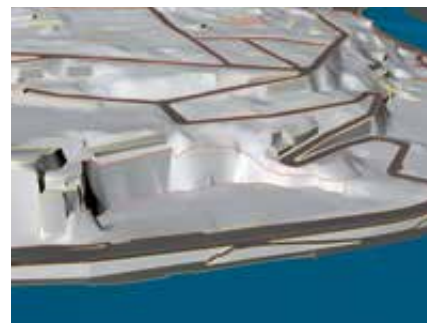
Ce Modèle Numérique de Terrain, associé aux volumes de bâtiments et aux orthophotographies constitue le premier socle de données 3D.

## Outil et méthode de production du socle 3D

Initialement gérées à l'aide du logiciel Autocad/Autodesk Map 3D, les données 3D sont produites et contrôlées depuis 2011 avec le logiciel RhinoTerrain. Cet outil, développé à l'origine pour la manipulation de terrain ou maillages complexes et volumineux, a progressivement évolué pour s'adapter aux enjeux de la modélisation urbaine. Le contrôle du MNT et la génération des produits dérivés sont dorénavant réalisés à l'aide de ce logiciel. Dès 2012, l'outil a permis d'exploiter les données 3D issues de la saisie photogrammétrique des toitures pour la production de volumes texturés à partir des clichés



Modèle Numérique 2009



Modèle Numérique 2012



Illustration socle de base avec MNT + Bâti + ortho



Illustration du socle de données avec la texturation des bâtiments

des prises de vues aériennes. Le Grand Lyon a ainsi produit ses premières maquettes avec les textures de bâtiments issues des clichés de la prise de vue 2009. La deuxième génération de maquette vient d'être finalisée avec un MNT et des bâtiments texturés à partir de la prise de vue 2012. Pour cette dernière production, les 9 000 clichés représentant 4,5 To de données ont été exploités afin de texturer l'ensemble des modèles. Les clichés sont stockés sur un serveur local dédié (NAS) et connectés directement à deux stations 3D de production. Ces machines sont équipées de processeurs multi-cœurs et cartes graphiques spécifiques (Quadro 4000 et Quadro 6000) permettant de supporter les traitements et l'affichage de gros volumes d'images et de géométries complexes.

A chaque nouvelle campagne de mise à jour, la géométrie des éléments du MNT et des bâtiments ainsi que la résolution des textures associées gagnent en précision et en qualité. La gestion de ces données s'organise actuellement

sous forme de fichiers au format Rhino découpés par commune ou arrondissement. Ces 67 fichiers représentent un volume de plus de 3 Go pour la définition des géométries et font appel à 11 Go de textures associées. Ce découpage de fichier en commune ou arrondissement va évoluer avec les nouvelles fonctionnalités de l'outil qui permettront prochainement de gérer les données directement par dalles avec une organisation comparable à celle des bases de données. A terme, le service souhaite stocker ce référentiel en base de données afin de le rendre interopérable avec le SIG.

Les outils de contrôles topologiques et de corrections automatiques permettent de garantir une base de grande qualité sur l'ensemble du territoire du Grand Lyon. RhinoTerrain est ainsi la solution logicielle retenue pour le contrôle, l'intégration et la production des données 3D au Grand Lyon. Elle se

situe à l'interface des outils CAO et SIG et complète la gamme des outils utilisés au sein du service.

## Enrichissement du socle de base

La production de maquettes 3D à partir du socle de base s'accompagne de la saisie d'éléments caractéristiques du paysage destinés à rendre les représentations du territoire encore plus réalistes. Les ouvrages d'arts (ponts, viaducs, écluses, barrages, etc.) ainsi que les châteaux d'eau ou cheminées industrielles sont ainsi modélisés avec un niveau de détail et une précision identique aux bâtiments.

De plus, les bâtiments remarquables (mairies, lieux de culte, opéra, théâtre, monuments classés, etc.) bénéficient d'une modélisation plus soignée avec l'utilisation de photographies terrestres et une géométrie plus détaillée (décrochements de façades, arcades, colonnes, etc.).

Ces éléments constituent une bibliothèque d'objets 3D composée actuellement de plus de 300 bâtiments remarquables, 100 ouvrages d'arts et une cinquantaine d'objets divers (fontaines, horloges, statues, œuvres d'art, amphithéâtres, torchères, etc.). Leur modélisation respecte la norme CityGML pour les classes Building (bâtiments) Bridge (ponts) et *Generic city objects* (objets génériques).

A cette bibliothèque s'ajoutent enfin des objets 3D de type mobilier urbain, signalisation, véhicules, personnages, ou encore végétation qui peuvent être exploités dans des maquettes très détaillées.

## Exploitation des données et nouveaux usages

A partir du socle 3D de base, plusieurs solutions sont proposées par le service



Exemple d'objets divers



Exemple de bâtiment remarquable



Exemple d'ouvrage d'art





Maquette détaillée sur le secteur de la Cité Internationale de Lyon



Maquette détaillée sur le quartier des Minguettes à Venissieux

pour exploiter ces données. La diffusion interne à la Métropole se réalise à l'aide du module d'export de l'outil RhinoTerrain qui offre de nombreux formats d'échanges. Citons notamment le format Sketchup (SKP) qui est régulièrement demandé par les services urbains pour travailler sur de petits secteurs. Les autres formats propriétaires les plus régulièrement demandés sont 3DS (3D Studio Max), FBX (FilmBox) ou encore DAE (Collada) et OBJ (Wavefront Objet 3D). Chaque demande d'extraction de maquette 3D fait aujourd'hui l'objet d'un export spécifique adapté au besoin. L'équipe en charge de ce travail réalise en moyenne une extraction par semaine. Parallèlement, le service Géomatique et données métropolitaines réalise des maquettes 3D spécifiques pour le compte d'utilisateurs d'autres directions (urbanisme, voirie, eau, etc.). Les logiciels Spaceyes 3D et Unity 3D sont utilisés pour "monter" des scènes ou "projets" 3D spécifiques à partir des différentes données existantes (socle 3D, bâtis projets, plans projets, etc.). En sortie, l'utilisateur obtient une vidéo issue de la maquette ou un fichier autonome (auto-exécutable) afin de naviguer directement et sans logiciel particulier dans la scène 3D. Cette dernière solution est plébiscitée sur de petits secteurs pour la communication interactive lors d'échanges ou de rendez-vous avec des partenaires.

Autre solution, le service met à disposition un marché à bons de commandes permettant aux directions de faire réaliser différents types de prestations 3D (vidéos, montages, maquettes, etc.). La Métropole récupère en retour

l'ensemble des éléments saisis sur les projets réalisés et actualise ainsi son patrimoine de données 3D.

Les usages se démocratisent et dépassent aujourd'hui le simple cadre de la visualisation du territoire.

Un partenariat avec le Centre Thermique de Lyon (CETHIL) a notamment permis de réaliser une cartographie des usages autour de la Métropole de Lyon pour comprendre les besoins et adapter l'offre à l'avenir. Les maquettes 3D couramment utilisées pour la promotion du territoire ou la planification urbaine seront progressivement exploitées à des fins techniques dans la prochaine décennie avec en particulier le développement des SmartCity. De nombreux exemples ont déjà fait l'objet d'expérimentations sur le territoire de la Métropole :

- étude du potentiel photovoltaïque des bâtiments ;
- modélisation du bruit ou de la pollution de l'air en 3D ;
- simulation des inondations et impacts sur les bâtis existants ;
- étude des ombres portées dans le cadre des nouvelles prescriptions d'urbanisme ;
- études thermiques, acoustiques, aérodynamiques et autres phénomènes physiques urbains ;
- visualisation et analyse des règles d'urbanisme en 3D.

### Ouverture des données et retours attendus

Depuis janvier 2015, les maquettes 3D des 59 communes et 530 km<sup>2</sup> de la Métropole de Lyon sont disponibles en téléchargement sur le nouveau portail

Open Data du Grand Lyon : <http://data.grandlyon.com>. Ces données sont mises à disposition en licence ouverte type Etalab dans un format GML (*Geography Markup Language*) respectant le standard CityGML. Le CityGML est un standard de stockage, d'échange et de représentation des données lié aux modèles de villes dont les caractéristiques principales sont la modélisation thématique et la gestion multi-échelle.

Le Grand Lyon souhaite ainsi démocratiser un format interopérable et structuré. Ce choix technique est symbolique et cohérent avec une démarche d'ouverture des données comme préconisé par les spécialistes de l'Open Data et la directive européenne INSPIRE. Il marque une volonté de partager les données avec un maximum d'utilisateurs en plébiscitant un standard d'avenir.

Les millésimes 2009 et 2012 sont mis à disposition pour chaque commune, représentant un patrimoine de plus de 40 Go de données. A titre d'exemple, le service propose également deux couches de données décrivant l'évolution du bâti sur cette période pour l'ensemble de la Métropole de Lyon (constructions et destructions).

Le service espère en retour échanger avec un large panel d'utilisateurs et exploiter de nombreux cas d'usages ou d'expérimentations pour améliorer la structuration des données futures. De nombreux partenaires attendaient cette publication massive de données pour tester des solutions ou développer des services. C'est notamment le cas du Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information





Suivi de l'évolution urbaine dans le temps (constructions et destructions) Cartographie du bruit appliquée sur les modèles 3D

► (LIRIS) de Lyon qui utilise ces données pour plusieurs thèmes de recherche. Le service Géomatique et données métropolitaines échange activement avec ce laboratoire sur les données 3D et leur structuration (norme CityGML, organisation des données, outil de visualisation, etc.). Un projet est en cours afin de proposer une solution web 3D permettant de visualiser et naviguer dans ces maquettes au travers d'un simple navigateur internet et sans plugin. L'objectif est de créer une solution entièrement basée sur des standards comme préconisé par l'OGC. D'autres partenaires publics et privés profitent de cette opportunité pour développer des services commerciaux (gratuits ou payants en fonction des modèles). Cette logique d'ouverture et de développement d'activité économique suit la tendance de l'Open Data et correspond au nouveau positionnement du service dans la Métropole. La Data est devenue en quelques années un nouveau levier du développement économique numérique et le service Géomatique et données métropolitaines trouve logiquement sa place au sein de la nouvelle délégation au développement économique, emploi et savoirs.

## Conclusion

La dernière décennie a vu se démocratiser de nouvelles technologies (GPS, LIDAR, caméras numériques, drones, etc.) qui ont participé à la révolution numérique. L'acquisition et l'exploitation des données géographiques évoluent et les usages se démocratisent progressivement. L'avènement de la 3D se situe au cœur de cet écosystème complexe en perpétuel mouvement.

De nouveaux enjeux apparaissent avec l'explosion des volumes d'informations à gérer. L'essor du *Cloud Computing* et des *Big Data* en est le reflet et représente probablement un des challenges technologiques majeurs pour la décennie à venir. La tendance générale de partage et de libération de ces données ouvre la voie à de nouvelles perspectives et complètent un paysage numérique en pleine mutation. La Métropole de Lyon se positionne à l'interface des outils, des technologies et des usagers. Les modes de représentations et les nouveaux usages imposent des questionnements et nécessitent une adaptation continue pour répondre aux nouveaux enjeux et adapter ses politiques publiques. ●

## Contacts

**Manuel PLANE**

Responsable données et maquettes 3D  
Métropole de Lyon  
mplane@grandlyon.com

**Alain PURICELLI**

Directeur du service Géomatique  
et données métropolitaines  
apuricelli@grandlyon.com

## Bibliographiques

*Où en est-on de la 3D*, Revue Géomatique Expert, n°89 - Novembre Décembre 2012

DESPRES M., *La cartographie mobile au service des communautés urbaines*, Revue XYZ n° 135 - 2<sup>e</sup> trimestre 2013

PASCALON M., *Socle 3D de la communauté Urbaine de Lyon, synthèse des besoins et cahier des charges* - Rapport d'étude menée par le Centre Thermique de Lyon - Mai 2014

PASCALON M., *3D et urbanisme*, Mémoire de fin d'étude réalisé au Grand Lyon, Université Jean Monnet Saint-Etienne, 2013

Devys E, Gesquière G, *La modélisation de*

*la ville : Interopérabilité et intégration des données et modèles urbains : standards, normes et tendances*, La Revue du CGDD (Commissariat Général au Développement Durable), collection Modélisation urbaine : de la représentation au projet, septembre 2012  
Pedrinis F, Morel M, Gesquière G, *Change Detection of Cities*, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, 3D Geoinformation Science, pp. 123-139, Springer International Publishing, DOI 10.1007/978-3-319-12181-9\_8, jan 2015.

Site économique du Grand Lyon

<http://www.economie.grandlyon.com/actualite-economie-act-lyon.194+M5b48814890f.0.html>

Données métropolitaines du Grand Lyon

<http://data.grandlyon.com/>

Chaîne Grand Lyon TV : vidéo pédagogique sur le socle 3D du Grand Lyon

<http://youtu.be/uvHKvlj74lc>

## ABSTRACT

Since January 1st 2015, the Urban Community of Lyon gave way to the Metropolis of Lyon. This new community brings together the skills of the Department and the previous Urban Community of the 59 cities that make up the Greater Lyon area. "Geomatics and metropolitan data" service succeeds in the Geographic Information service with new perspectives particularly in connection with economic development. 3D activity will remain at the heart of its mission and made the news early this year with several announcements. Here is a return on an approach initiated several years ago and recently materialized in the provision of 3D repository on the Open Data platform of the new Metropolis of Lyon.