

# TERRITOIRE NUMERIQUE 3D : ELABORATION DE LA MAQUETTE DU TERRITOIRE ANNECIEN

Société d'accueil : Ville d'Annecy  
PFE présenté par : **Sylvain Bardin**  
Directeur du PFE : M. Alain Noël  
Correcteurs : M. Mathieu Koehl  
M. Emmanuel Alby



## 1. Introduction

Forte d'un patrimoine naturel exceptionnel, nichée entre lac et montagnes, la ville d'Annecy, préfecture du département de la Haute-Savoie et ville centre d'une agglomération de 140 415 habitants, est un haut lieu touristique. Souhaitant préserver son image, elle a su mettre en place des outils d'aménagement permettant la préservation des éco-systèmes et des paysages ainsi que le respect des solidarités et de l'épanouissement des annéciens. Ville dynamique, par le nombre d'opérations d'aménagement urbain avec la délivrance de 100 permis de construire annuels, et l'existence de grands projets tels que la création d'un éco-quartier de 700 logements au nord de la commune, elle est également candidate aux Jeux Olympiques d'hiver de 2018. L'enjeu des opérations d'urbanisme menées sur la commune a incité la ville à mettre en place des outils de connaissance du territoire pour l'aménagement urbain. C'est dans ce cadre que s'inscrit la démarche 3D.

Cette dernière a commencé en 2007, notamment avec une convention « Bâti 3D » signée par la communauté d'agglomération d'Annecy (C2A), la Régie de Gestion des Données des Pays de Savoie (RGD 73-74) et l'Institut Géographique National (IGN) portant sur la production de modèles 3D texturés de l'ensemble des bâtiments de l'agglomération. Un an plus tard, la mise à jour, du plan photogrammétrique de la ville d'Annecy, ou Plan Général de la Ville au 1/500 (PGV500), de classe de précision 10 cm a permis d'acquérir suffisamment de données 3D afin d'envisager l'élaboration d'une maquette numérique 3D. Une évaluation du logiciel LandSIM3D de la société Bionatics effectuée à l'automne 2009, accompagnée d'une formation, a rendu possible la réalisation d'une première maquette du territoire. Celle-ci a été présentée aux décideurs qui ont validé la proposition d'acquisition du logiciel et le principe de constitution d'une maquette numérique 3D, sujet de mon Projet de Fin d'Etudes.

La démarche de la ville restant exploratoire, la direction SIG et Données Urbaines (SIGDU), porteuse du projet, a souhaité effectuer une veille technologique, comprenant notamment l'évaluation du logiciel SpacEyes 3D Builder. Cette veille technologique fait donc partie intégrante de mon PFE.

## 2. La constitution de la maquette numérique 3D du territoire annécien

Cette partie représente le cœur de mon étude. A partir de l'exploitation des données existantes de la ville et de celles issues de la convention « Bâti 3D », j'ai engagé la constitution de la maquette 3D de la ville d'Annecy.

Après en avoir monté le socle, j'ai intégré le bâti puis effectué des traitements afin de représenter la diversité végétale de la ville, composante importante du paysage urbain. Enfin, j'ai intégré le mobilier urbain en me concentrant plus particulièrement sur l'éclairage public.

Une fois chacun des éléments cités ci-dessus défini, j'effectuerai une présentation rapide des actions menées et des résultats.

➤ Le socle

Il est composé du Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu de la convention « Bâti 3D » (pas de 1 m, précision décimétrique) et de l'orthophoto vraie de résolution 10 cm réalisée en septembre 2008 par l'IGN pour le compte de la C2A. Ce socle recouvre l'ensemble de l'agglomération annécienne, soit une surface de 123 km<sup>2</sup> représentant environ 10 fois la surface de la commune d'Annecy.

Après concertation avec l'ensemble des responsables du projet à la direction SIGDU, nous avons choisi d'étudier les possibilités de représentation des environnants lointains visibles depuis la commune, le socle disponible ne permettant pas une visualisation des montagnes environnantes.

Ainsi, j'ai défini une zone d'environ 800km<sup>2</sup> autour d'Annecy représentant les montagnes visibles depuis le territoire communal. L'utilisation d'un extrait du MNT au pas de 250m issu de la BD Alti disponible gratuitement sur l'ensemble de la France sur le site de l'IGN et le drapage de photographies aériennes issues de BingMaps (extraites à partir d'ArcMap, reprojetées et dégradées à une résolution de 3 m) a permis de donner une valeur ajoutée à la maquette 3D, sans pour autant prétendre de décrire ces environnants avec précision. Dans le cadre d'une diffusion de la maquette sur le web, une acquisition des droits d'usage de photographies aériennes des environnants sera nécessaire.



Figure 1 : vue du territoire communal et des environnants sous LandSIM3D

➤ Le bâti

Par bâti, nous désignerons ici les bâtiments mais également les ouvrages d'arts (plus particulièrement les ponts et passerelles, les tunnels n'ayant pas été modélisés).

L'ensemble des bâtis de la ville a été modélisé par l'IGN selon le procédé « Bâti 3D ». Il s'agit de modèles texturés à partir de photographies aériennes obliques. Ces modèles ont été obtenus par modélisation semi-automatique à partir d'un MNE (pas de 10 cm, précision décimétrique) et du contour vectoriel de leur emprise. Il s'agit de modèles simples comprenant la forme générale de la toiture. Selon la norme CityGML, ces modèles sont de niveau 2 (LoD2). Les ponts ont également été modélisés comme on peut le constater sur la figure ci-contre.



Figure 2 : modèle de pont « Bâti 3D »

Considérant le niveau de réalisme souhaité pour l'utilisation de la maquette, notamment pour le centre historique et ses bâtiments remarquables, nous avons donc procédé à un enrichissement de la thématique du bâti.

Ainsi, certains bâtiments remarquables sont modélisés en interne sous Sketchup Pro à partir du plan photogrammétrique général de la ville (PGV) et des plans d'architectes. C'est par exemple le cas du château d'Annecy. Au niveau du centre historique, les ponts remarquables sont également modélisés à partir des mêmes sources.



Figure 3 : exemples de modèles réalisés sous Sketchup Pro

Une reprise des modèles de bâtiments du « Bâti 3D » a été également effectuée au niveau du centre historique en y ajoutant des textures issues de prises de vues terrestres. Dans le cadre d'un projet d'aménagement, un enrichissement similaire du « Bâti 3D » aux alentours du projet (lui-même intégré à la maquette) sera alors réalisé.

➤ La végétation

Deux sources de données disponibles à la ville d'Annecy ont été exploitées pour représenter cette thématique. Il s'agit du PGV500, qui recense tous les arbres de la ville avec l'altitude de leur cime et des couches 2D du SIG gérées par le service des espaces verts qui répertorie uniquement les arbres situés sur le domaine public.

Des traitements SIG réalisés sous ArcMap 9.3. m'ont permis, à partir du MNT et de l'altitude de la cime des arbres issue du PGV de déterminer la hauteur de tous les arbres de la commune.

Pour la représentation 3D des arbres, un travail en collaboration avec les espaces verts a rendu possible la représentation des 300 essences de la ville répertoriées dans le SIG selon 13 formes de feuillus et 8 formes de conifères. Chaque forme a ensuite été associée à un type d'arbre disponible dans la bibliothèque de plantes du logiciel LandSIM3D. Ce logiciel gère la croissance et les saisons, ce qui représente un intérêt pour les espaces verts mais également pour l'analyse de l'impact d'un projet en fonction de la densité saisonnière du couvert végétal.

➤ Le mobilier urbain

Etant donné l'étendue de la thématique, nous avons choisi, lors d'une réunion de pilotage, d'approfondir la sous-thématique de l'éclairage public. Comme pour le thème végétation, les deux mêmes sources de données ont été exploitées et combinées pour plus d'exhaustivité. Nous avons ensuite réalisé des modèles 3D des principaux types de lampadaire et associé ces derniers aux valeurs des enregistrements du champ différenciant leur type en collaboration avec le service éclairage public.

Afin d'enrichir la thématique, nous avons choisi d'intégrer également les bancs et poubelles en utilisant un seul modèle pour chacune des deux sous-thématiques et en se basant uniquement sur les données issues du PGV500, la gestion de ces données n'étant pas suffisamment détaillée dans le SIG.

Enfin, pour des raisons d'optimisation de la maquette, nous avons réalisé différents niveaux de détail pour le mobilier urbain modélisé. Ainsi, à partir d'un certain éloignement du point de vue par rapport à l'objet, le modèle 3D est remplacé par un modèle 2D ou un « billboard » (image faisant toujours face à l'observateur).

**Résultat :** La figure ci-dessous illustre la maquette résultante de tous mes travaux au niveau du centre historique de la ville.



Figure 4 : Maquette numérique 3D de la ville d'Annecy

### 3. La veille technologique

Bien que la ville ait fait l'acquisition du logiciel LandSIM3D de la société Bionatics, la démarche de réalisation de la maquette numérique 3D reste exploratoire et un tour d'horizon de l'offre logicielle disponible permet d'étudier les possibilités offertes à l'heure actuelle par des logiciels spécialisés dans la 3D ainsi que le rôle de chacun dans la constitution d'une maquette.

#### ➤ L'évaluation de SpacEyes3D Builder

Dans le cadre de cette veille technologique, la ville d'Annecy a notamment bénéficié d'une évaluation du logiciel SpacEyes3D Builder v3.3. du 8 février au 15 mars 2010. Lors de celle-ci, j'ai pu tester certaines fonctionnalités du logiciel et les comparer à celles de LandSIM3D.

Tout d'abord, il ressort de cette évaluation que l'approche de SpacEyes3D Builder est orientée vers le SIG, le logiciel permettant par exemple d'associer une hauteur différente à chaque objet 3D représenté. Comme nous possédons cette hauteur pour chaque arbre, il a donc été possible de leur associer leur taille exacte. Cette approche n'est pas réalisable avec LandSIM3D puisque la gestion des différentes hauteurs d'arbres se fait par tranches de hauteur en chargeant et en filtrant les données autant de fois que l'on a de plages de tailles.

L'autre point important à souligner concerne la gestion des données. SpacEyes3D Builder pointe sur les données existantes et les charge dynamiquement. Il peut ainsi pointer sur des données situées sur un serveur distant (fonction non testée pendant la période d'évaluation). LandSIM3D propose une toute autre approche puisque les données sont dupliquées dans le répertoire du projet et sont converties, pour certaines, dans un format permettant l'optimisation de l'affichage dans le but d'obtenir une navigation plus fluide.

Finalement un retour sur l'évaluation a été effectué auprès de la société SpacEyes mettant en avant les avantages et les limites de cette solution dans le cadre de la constitution de la maquette 3D du territoire annécien.

#### ➤ Les autres contacts établis

Outre l'évaluation de SpacEyes3D Builder, la ville d'Annecy est entrée en contact avec la société IGO, fournisseur de l'offre Skyline en France. Cette suite permet, tout comme SpacEyes, d'effectuer une maquette du territoire avec une orientation SIG permettant de faire des analyses spatiales complexes (études d'intervisibilité, d'ensoleillement, etc.). Une évaluation sera menée en septembre 2010.

Enfin, la société REFSA, fournisseur de produits Autodesk en France, a présenté le logiciel 3D Studio Max, déjà utilisé par certaines collectivités comme la ville du Havre. Une évaluation de 30 jours de ce logiciel m'a notamment permis de tester la fonction de simplification de modèles 3D complexes, fonction pouvant servir pour les fichiers 3D envoyés à la ville par des cabinets d'architectes. Toutefois, les possibilités de ce logiciel, non explorées à la ville d'Annecy durant l'évaluation, sont intéressantes, notamment dans le domaine de l'animation.

### 4. Conclusion et perspectives

Tout d'abord, cette étude a permis à la ville d'Annecy d'acquérir des connaissances dans le domaine de la 3D jusqu'alors nouvelle pour elle.

La constitution de la maquette numérique 3D montre l'étendue des domaines qu'elle concerne. De plus, l'intérêt qu'elle a pu susciter vis-à-vis des urbanistes démontre que l'outil mis en place permet de mieux comprendre le territoire et son évolution.

Deux perspectives, l'une concerne la constitution d'une base de données du sous-sol, et son intégration dans la maquette numérique 3D établie, l'autre concerne l'animation des projets d'aménagement, en concertation avec Citia, Cité de l'Image, établissement annécien porté par les collectivités locales, organisateur du Festival International du Film d'Animation.