

**PROJET DE CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNEES 3D AU SEIN
DU SERVICE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE DE LA
COMMUNAUTE URBAINE DE STRASBOURG.**

ETUDE DE PRECADRAGE AVEC REALISATION DE MAQUETTES 3D.

Société d'accueil : Service de l'Information Géographique
Communauté Urbaine de Strasbourg

PFE présenté par : **Louise Burckel**

Directeur (directrice) du PFE : Claude Unger

Correcteurs : Mathieu Koehl et Emmanuel Alby



1. Introduction et objectifs

Le Service de l'Information Géographique est le producteur et le gestionnaire d'un Système de Données Géographiques de Référence dont le contenu, très riche, est mis à jour de manière continue. Toutefois, ces données sont principalement en deux dimensions. Or, dans un contexte où la troisième dimension prend de plus en plus d'importance, où les maquettes urbaines des autres collectivités territoriales foisonnent et où les productions en 3D spécifiques aux services sont de plus en plus nombreuses, une évolution vers une disponibilité croissante de ces données est envisagée.

La réflexion se pose donc aujourd'hui autour des possibilités d'intégration des données 3D de manière plus structurée et plus organisée au sein du Référentiel. La mise en place d'un SIG-3D ne peut pas être envisagée pour le moment dans la mesure où le choix de la solution informatique pour le renouvellement du SIG actuellement en cours s'est porté vers une solution 2D classique. Aussi, l'objectif à l'heure actuelle est-il d'optimiser la production de données 3D à la fois en termes de coût et de qualité, de partager ces données et enfin de réduire les délais de mise à disposition. C'est pourquoi, la question qui se pose est celle de la création d'une nouvelle base de données, une BD 3D.

Le projet de fin d'études s'inscrit comme une phase de pré-cadrage de ce vaste projet de création d'une BD 3D, dans laquelle une réflexion générale sur l'intérêt du projet en termes d'opportunités stratégiques doit être menée. Ces réflexions ont été menées principalement à partir de l'un des produits issus de cette BD 3D, qu'est la maquette 3D.

La maquette 3D, en tant que représentation 3D du territoire, peut se décliner en plusieurs types en fonction des éléments qui la composent. De plus, elle présente des degrés de réalisme différents en fonction des niveaux de détails de ces éléments. Dans le cadre de ce PFE, l'angle d'étude retenu consiste en l'analyse de ces différentes maquettes 3D envisageables et de leur rapport avec la mise en place d'une BD 3D. A terme, le PFE doit permettre de cadrer le projet, de se faire une idée précise des possibilités en termes de base de données 3D et de réalisation de maquettes. Une analyse de la valeur a donc été amorcée afin d'évaluer les enjeux stratégiques de chacune des maquettes. Différents scénarii ont ainsi pu être envisagés et ont donc été étudiés afin de faciliter dans le futur les réflexions sur l'évolution du Référentiel. A l'issue de cette phase, l'étude sera présentée auprès de la Direction pour validation.

2) Analyse des données 3D et des maquettes.

Socle : Modèle Numérique de Terrain et Orthophotographie.		
Définition	<i>Contenu</i>	<ul style="list-style-type: none"> MNT et orthophotographie.
	<i>Objectif</i>	<ul style="list-style-type: none"> Socle commun à toutes les maquettes.
Données	<i>Existantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> MNT / MNE (Résolution : 50 cm) sur toute la CUS. Orthophotographie « sol » (Résolution : 16 cm) sur toute la CUS. Echantillon d'orthophotos vraies à partir des clichés actuels sur 10 km².
	<i>Manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> En option : orthophoto vraie sur toute la CUS.

Production initiale	<i>Des données manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Orthophoto vraie : coût d'acquisition 2 fois supérieur à l'orthophoto « sol » dont l'acquisition est déjà réalisée.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration des données en interne sauf avec le logiciel TerraExplorer.
Gestion		<ul style="list-style-type: none"> • BD MNT / BD MNE. • BD Ortho.
Mise à jour	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • MNT et orthophoto : mise à jour triennale. • Mise à jour plus fréquente : ponctuellement par des semis de points.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour triennale sauf ponctuellement.
Résultats	<i>Services rendus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Résolution actuelle : bon rendu jusqu'à des échelles d'observation moyennes. • MNT affiné par l'intégration de lignes de rupture. • Orthophoto vraie : limitation des devers de toits au sol.
	<i>Limitations</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Contenu d'une telle maquette pauvre, sans information de sursol. • Résolution du MNT et de l'orthophoto insuffisante à grande échelle. • Recouvrement actuel de 60%x60% des clichés insuffisant pour obtenir une orthophoto vraie de qualité.

Maquette type 1 : Géométrie « cube » sans textures.

Définition	<i>Contenu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bâti sous forme de « boîtes à chaussures ».
	<i>Objectif</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Morphologie urbaine.
Données	<i>Existantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Emprise 2D des bâtiments sur toute la CUS (Précision : 5 cm). • Hauteurs moyennes des bâtiments sur la commune de Strasbourg calculées à partir de la différence entre le MNT et le MNE.
	<i>Manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hauteurs moyennes des bâtiments sur toute la CUS.
	<i>Optionnelles</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hauteurs des lignes de faîtage et des lignes de gouttières sur toute la CUS.
Production initiale	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A partir des données LIDAR : outil de calcul permettant de déterminer la hauteur moyenne. Coût très faible et acquisition pérenne. • Stéréorestoration : coût important. Non envisageable pour du bâti « cube ». • Permis de construire : solution non envisagée pour une production initiale pour des raisons de coût et d'organisation.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration en interne ou sous-traitée.
Gestion		<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation de la BD 2D avec l'intégration de l'attribut de hauteur.
Mise à jour	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • MNT et MNE : mise à jour triennale. • Mise à jour continue possible par les levés terrain, les permis de construire ou les fichiers de la DGI.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour continue possible, homogénéisation et contrôle triennaux.
Résultats	<i>Services rendus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Usage important dans le domaine technique (cartographie du bruit, ...). • Intégration de projet d'aménagement ou d'urbanisme.
	<i>Limitations</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicité de la maquette ; utilisation limitée dans certains domaines.
Variantes		<ul style="list-style-type: none"> • Textures génériques ou géospécifiques pour les toits et / ou les façades. • Géométrie générique pour les toits.

Maquette type 2 : Géométrie complexe sans textures.

Définition	<i>Contenu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Toits modélisés avec une géométrie plus ou moins complexe.
	<i>Objectif</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rendu géométrique réaliste.
Données	<i>Existantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Echantillon de 2 lots de modèles 3D de bâtiments réalisés par stéréorestoration et par l'approche modèle sur 10 km² chacun.
	<i>Manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation sur toute la CUS.
Production initiale	<i>Des données manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Coût d'une acquisition par l'approche modèle environ 1,5 fois supérieur à une acquisition par stéréorestoration. • Modélisation en interne : hypothèse écartée compte tenu des moyens à mettre en œuvre (matériel et ressources).
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration en interne ou sous-traitée.
Gestion		<ul style="list-style-type: none"> • BD 3D : modèles 3D des bâtiments géoréférencés avec un fichier de jointure dans la BD 2D. • Ressources : nécessité de compétences en 3D.

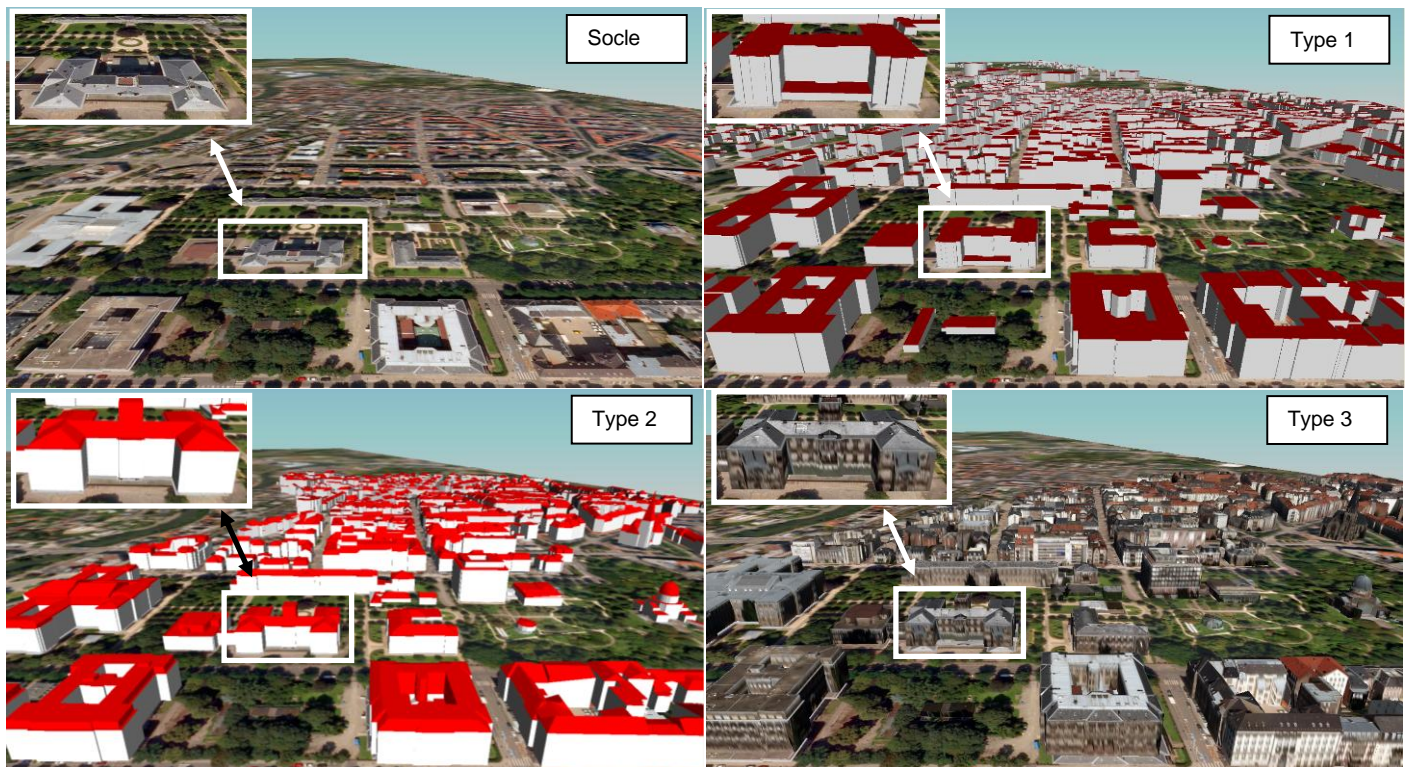
Mise à jour	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modèles 3D à partir des clichés aériens : mise à jour triennale. • Mise à jour continue possible par les permis de construire. • Option : mise à jour sous forme de « cubes ».
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour continue possible.
Résultats	<i>Services rendus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisme géométrique permettant de répondre aux exigences de simulation, d'aide à la compréhension et à la décision et de communication technique.
	<i>Limitations</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Essais réalisés avec les deux processus de production : résultats proches et non satisfaisants d'un point de vue topologique. Objets non pérennes. • Etat technique encore non satisfaisant avec les deux méthodes. • Non conservation de la géométrie 2D : perte de la cohérence entre les éléments.
Variantes		<ul style="list-style-type: none"> • Géométrie complexe des façades.

Maquette type 3 : Géométrie complexe, avec textures.

Définition	<i>Contenu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Toits et façades complexes avec des textures géospécifiques.
	<i>Objectif</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rendu réaliste des bâtiments (géométrie et textures).
Données	<i>Existantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Echantillon de 2 lots de modèles 3D de bâtiments texturés à partir des clichés aériens verticaux sur 10 km² chacun.
	<i>Manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation sur toute la CUS.
Production initiale	<i>Des données manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Orthophoto vraie : coût 2 fois supérieur à l'orthophoto « sol » existante. • Clichés obliques : coût 3 fois supérieur aux clichés aériens verticaux. • Clichés terrestres : coût d'acquisition très important. • Modélisation des bâtiments haute définition : coût d'acquisition important.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration en interne ou sous-traitée.
Gestion		<ul style="list-style-type: none"> • BD 3D pour les modèles 3D texturés de bâtiments. • BD images contenant les clichés ayant permis la texturation. • Ressources : nécessité de compétences en 3D et imagerie.
Mise à jour	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Géométrie : cf. maquette type 2. • Orthophoto « sol », orthophoto « vraie », clichés aériens verticaux et obliques : mise à jour triennale. • Clichés terrestres : mise à jour continue possible par les levés sur le terrain.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour triennale pour les textures de toit. • Mise à jour continue pour les textures de façades par des clichés terrestres.
Résultats	<i>Services rendus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation dans le domaine de la communication, de la simulation, de la visite virtuelle, pour l'aide à la compréhension et à la décision. • Clichés terrestres : rendu esthétique pour le point de vue piéton. • Orthophoto « vraie » : correspondance entre la géométrie du toit et sa texture.
	<i>Limitations</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Clichés aériens et obliques : résolution insuffisante à petite échelle. • Obstacles sur les différentes images. • Difficulté d'avoir des clichés terrestres mis à jour de manière continue.

Complément pour les différentes maquettes : Ajout des éléments d'environnement urbain.

Définition	<i>Contenu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Eléments de sursol : végétation, mobilier urbain.
	<i>Objectif</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Habillage de la maquette.
Données	<i>Existantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Emprise 2D des éléments de sursol sur toute la CUS.
	<i>Manquantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modèles de végétation et de mobilier urbain. • Quelques attributs manquants.
Production initiale	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation des arbres et du mobilier urbain : coût faible.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration en interne ou sous-traitée.
Gestion		<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation de la BD 2D par l'intégration de certains attributs. • BD images pour la modélisation de la végétation. • BD 3D contenant les modèles 3D (arbres, mobilier urbain).
Mise à jour	<i>Des données</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour des données 2D continue déjà effectuée.
	<i>De la maquette</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour continue possible.
Résultats	<i>Services rendus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la lecture de la ville et des projets.
	<i>Limitations</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Certains types de modélisation insuffisants pour certains angles d'observation.



3) Scénarii et conclusions.

L'étude a permis de dresser le bilan sur les différents types de maquettes possibles avec, pour chacun d'eux, une analyse du triptyque coût / qualité / délais et le rapport avec la mise en place d'une BD 3D. Elle va permettre, dans le futur, une présentation des maquettes, le recueil des besoins des différents services, leur analyse et des propositions aux élus. A terme, un processus de production pourra être mis en place en fonction des besoins exprimés et du budget accordé.

Aux vues des problématiques de gestion et de mise à jour et du point de vue de l'optimum technique, il semble judicieux de démarrer par la constitution d'une maquette 3D de type 1 (« cube ») sur l'ensemble de la CUS. La mise en place de la BD 3D consiste alors à enrichir la donnée 2D par des informations attributaires (hauteur, type de toit, typologie de bâtiment...). Pour des projets ponctuels, nécessitant une géométrie plus détaillée, il faut envisager la mise en place d'une chaîne de production organisée, afin de répondre plus efficacement et plus rapidement à la demande, de manière à homogénéiser les productions, diminuer les délais et les coûts de production de ces données 3D. Ces dernières pourront être stockées dans une BD 3D.

En ce qui concerne les caractéristiques des données entrant dans la maquette, le MNT et l'orthophotographie apparaissent comme tout à fait adaptés pour la réalisation du socle d'une maquette 3D et une navigation à des échelles petites à moyennes. Le choix porte simplement sur la réalisation d'une orthophoto vraie. En termes de géométrie, les résultats obtenus sur les zones échantillons ne sont pas satisfaisants pour une production de masse de modèles 3D de bâtiments, et ce, quelle que soit la technique utilisée. En termes d'images, l'acquisition de clichés aériens obliques et de clichés terrestres sur toute la CUS ne semble pas justifiée à l'heure actuelle, en raison des moyens techniques, financiers et humains à mettre en œuvre. Pour une texturation haute définition des bâtiments dans des projets spécifiques, il est possible d'envisager, en interne ou en externe, des prises de vue terrestres ponctuelles. Enfin, l'ajout des éléments d'environnement urbain est tout à fait envisageable, quel que soit le type de maquette. En effet, le surcoût engendré est très faible tout en apportant une plus-value majeure à la maquette.

L'objectif à long terme est de diminuer la part des données 3D dans les données acquises à la demande et de les intégrer dans le référentiel, permettant ainsi une migration, à plus ou moins long terme, vers un SIG-3D. Mais ceci ne pourra se faire que quand les aspects technologiques de la 3D se stabiliseront et que l'on sera en mesure de mieux les maîtriser.