

# SIG 3D NAVIGABLE CONSACRE AUX MONUMENTS HISTORIQUES

Société d'accueil : TPLM-3D  
PFE présenté par : Nadège GRUAU  
Directeur (directrice) du PFE : David DESBUISSON  
Correcteurs : Mathieu KOEHL et Elise MEYER



## SIG 3D navigable consacré aux monuments historiques

Un SIG 3D est le meilleur moyen de gérer des données spatiales tridimensionnelles. L'application à l'archéologie répond à un besoin des scientifiques dans ce domaine. En effet, pour les archéologues, la 3D est la suite logique après la reconstitution dessin et la réalisation de la maquette. Elle offre l'avantage d'être évolutive et permet d'émettre plusieurs hypothèses. De nombreux projets de SIG 3D existent mais leur utilisation concerne les grandes organisations principalement publiques dans le cadre de la conservation et de l'insertion du patrimoine dans le milieu urbain.

Le sujet de notre étude porte sur un mur situé au Jardin de Cybèle à Vienne (38). La société TPLM-3D travaille en collaboration avec le Service Régional de l'Archéologie pour reconstituer en 3D le monument, identifié comme un lieu civique avec des gradins entourés de deux murs. Le projet consiste à mettre en valeur par l'intermédiaire d'un SIG 3D les pierres autrefois enterrées qui correspondent aux blocs pris dans les fondations des gradins.



*Figure 1 : Photographie du Mur Nord de l'Assemblée. Février 2007. TPLM-3D.*



*Figure 2 : Maquette de la salle de l'Assemblée, Musée St Romain en Gal, Vienne.*

D'un point de vue technique, nous avons commencé par modéliser en trois dimensions le monument. Le détail attendu est le calepin (pierre à pierre). Les méthodes ont été adaptées en vue de l'obtention de maillages légers à stocker dans une base de données. Cela établit une organisation des géométries pour un accès simplifié. Les modèles 3D sont ensuite affichés sur une Interface Web. L'utilisateur peut alors naviguer à sa guise dans la scène et cliquer sur les objets pour obtenir des informations.

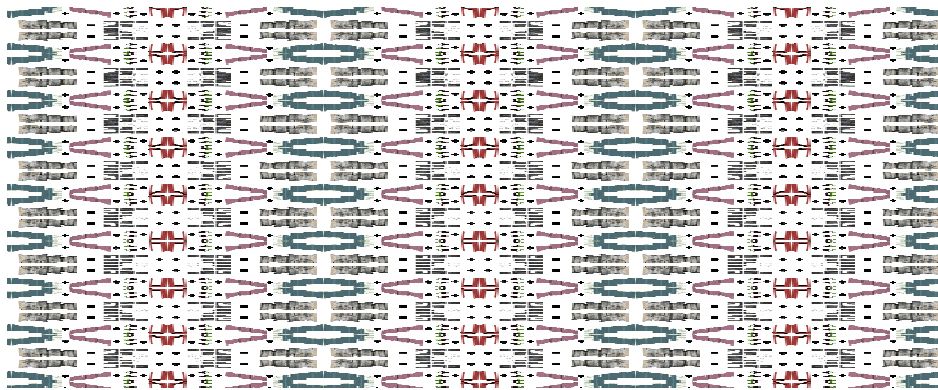
Nous observons trois étapes quant à la gestion des données 3D :

- La première concerne la modélisation 3D du monument.
- La deuxième est la gestion des géométries dans la base de données : méthode d'import, de stockage et d'export pour l'interface Web.
- La troisième se rapporte à l'affichage des modèles 3D sur Internet avec le lien sur les informations qui leur correspondent.

Nous allons reprendre, dans ce résumé, chacun des états des données 3D afin d'expliquer la réalisation du SIG 3D.

### (a) La modélisation 3D

Issu d'un nuage de points, nous avons réalisé un **maillage 3D** dans le logiciel 3DSMax. Nous avons modélisé séparément les objets afin que, rassemblés, ils constituent le monument.



**Figure 3** : Décomposition de la modélisation 3D en sous-objets. De gauche à droite, la porte, les corniches, les deux faces avec le calepin, et la texture. En bas à droite, nous avons le modèle 3D texturé.

(b) Les différents formats des données 3D : de 3DSMax à l'Interface Web

Nous souhaitons utiliser une technologie libre pour le stockage des données 3D. Nous avons choisi PostgreSQL associé au module spatial PostGIS qui apporte une bonne gestion des géométries.

PostgreSQL fonctionne à l'aide d'un *Query Structural Language*. C'est donc sous forme de requêtes SQL que les objets sont manipulés. La base de données dispose d'un champ natif qui s'appelle « the\_geom » où sont stockées toutes les géométries : les points, les lignes, les polygones...

Nous utilisons le format « **MULTIPOINT** » de PostGIS pour représenter les maillages dans la base. Deux informations interviennent : les coordonnées des sommets et l'organisation des faces liant les sommets entre eux. Nous devons donc extraire ces données de 3DSMax pour les insérer dans la base.

En pratique, nous avons développé en C dans 3DSMax une fonction d'export `.sql` afin d'obtenir un fichier texte contenant une requête SQL correspondant à une géométrie (voir Figure 4).

```
BEGIN;
INSERT INTO construction (
id_cst,
the_geom,
faces,
the_texture,
coord_texture,
image,
name
)
VALUES (
130,
GeomFromEwkt('MULTIPOINT(973.044 503;
'{{37, 39, 40},{40, 41, 37},{45, 40,
GeomFromEwkt('MULTIPOINT(5038.74 106.
'{{30, 31, 28},{28, 29, 30},{34, 35,
'couche_face_theatreTextureComplète.1
'couche:face_theatre'
);
COMMIT;
```

**Figure 4** : Résultat fourni par l'export SQL de 3DSMax. CONSTRUCTION est le nom de la table.

<i>Id_cst</i>	Identifiant
<i>The_geom</i>	Un MULTIPOINT est un assemblage de points correspondant aux sommets du maillage.
<i>faces</i>	Tableau d'entiers pour l'organisation des faces liant les sommets.
<i>The_texture</i>	Au même titre que la géométrie, la texture se comporte comme une géométrie 3D.
<i>Coord_texture</i>	
<i>image</i>	Lien de l'image à texturer.
<i>name</i>	Nom

**Figure 5** : Tableau expliquant la signification des champs de la table CONSTRUCTION.

Une fois la base de données organisée, nous affichons son contenu. Pour cela, nous utilisons une interface Web dans laquelle se trouve un visualiseur. C'est un plug-in spécifique à certains formats, il détermine l'ultime état des géométries.

Pour la visualisation sur le Net de données 3D, le VRML (Virtual Reality Markup Language) est le format le plus connu jusqu'à ce jour. Cela dit, le **EX**tensible **3D** (X3D) lui succède aujourd'hui. Il est issu du VRML par son contenu mais s'inspire du XML (EXtensible Markup Language) pour sa mise en forme. C'est ce dernier que nous choisissons pour sa simplicité d'utilisation et ses capacités de gestion de données 3D.

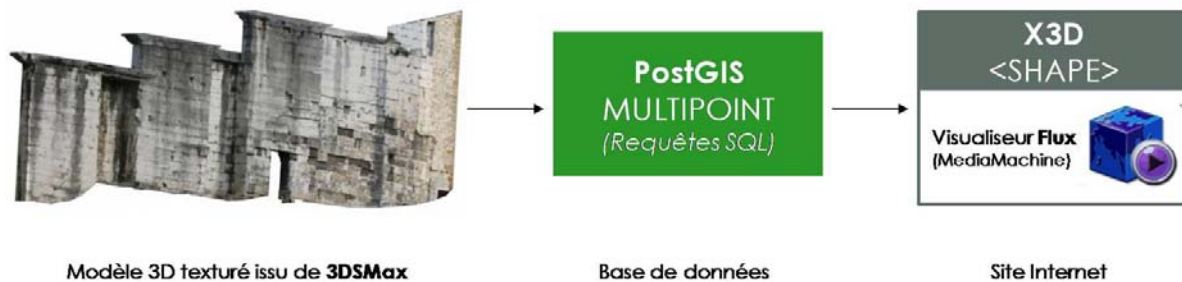
```
<Viewpoint orientation=" position=" />

<Shape>
<IndexedFaceSet coordIndex=">
<Coordinate point=" />
</IndexedFaceSet>
</Shape>
```

**Figure 6** : Balises du format X3D qui gère les données 3D.

La *Figure 6* montre comment il s'articule. Nous disposons de deux points : un premier pour la géométrie (Shape) et le second pour les points de vue (Viewpoint) – issu du camera mapping -. On trouve les informations relatives aux coordonnées des sommets du maillage (Coordinate point) ainsi que l'organisation des faces liant les sommets entre eux (IndexedFaceSet CoordIndex).

L'étape suivante est la transformation du format « MULTIPOINT » en format X3D. Pour cela, nous avons également généralisé la procédure. Elle s'opère au moment de sélectionner dans la base la géométrie grâce à deux fonctions : `asx3d()` pour le modèle 3D et `vpasx3d()` pour les points de vue. Ces fonctions nous fournissent directement le code sous la forme indiquée sur la *Figure 6*. Ce sont des morceaux du fichier X3D qui seront lus par le visualiseur.



**Figure 7** : Schéma des transformations des données 3D.

(c) Interaction réciproque Base de données/Interface Web

Nous avons réalisé un site Internet où toutes les informations qui y figurent sont organisées dans la base de données. L'interface site Internet/base de données a nécessité l'emploi du PHP (Hypertext Preprocessor) et de l'AJAX3D (Asynchronous JavaScript And XML). Le PHP est un langage interprété côté serveur, couramment utilisé, qui gère la liaison avec la base de données. L'AJAX3D est un langage interprété côté client qui installe l'interactivité entre l'utilisateur et la 3D. Ce n'est pas un nouveau langage dans le sens où les technologies employées sont le JavaScript et le XML. Mais c'est une nouvelle façon de les combiner. En outre, la 3D se gère à travers le visualiseur. Celui que nous avons choisi est à la fois libre et compatible avec la technologie AJAX3D, il s'agit de Flux de MediaMachines. D'autres visualiseurs libres existent sur le marché, mais aucun ne fonctionnent encore avec l'AJAX3D.

La visualisation des géométries commence par le choix de la localisation et finit avec la scène 3D. L'utilisateur dispose de plusieurs interactivités :

- il peut voir l'ensemble des monuments historiques contenus sur le site Internet et les visualiser en 3D.
- il peut choisir les éléments de la géométrie et l'application de la texture.
- il peut naviguer à sa guise ou bien utiliser les points de vue proposés.
- il peut cliquer dans la scène 3D et obtenir des informations sur les objets 3D.

Le premier point est réalisé grâce à l'API Google Map. Nous avons inséré des « placemark » qui localisent les monuments historiques et qui disposent d'un lien vers les scènes 3D qui leur correspondent.

Le deuxième point utilise la décomposition du monument en plusieurs éléments. Si les utilisateurs ont besoin de délimiter leur étude, il leur suffit de choisir le ou les éléments qui leur sont nécessaires. De plus, le site propose la texture en option (voir Figure 8).

L'accès aux points de vue s'effectue par clic droit dans la scène 3D. L'affichage initial de la scène fait appel au premier d'entre eux mais la navigation n'est pas fixe, l'utilisateur peut étudier le monument librement (voir Figure 9).

Enfin, le dernier point est celui qui justifie l'emploi de l'AJAX3D. En effet, nous devons créer une interaction entre la scène au format X3D et la base de données. Le but est d'afficher des éléments descriptifs relatifs à l'objet 3D sur lequel on a cliqué. Pour cela, nous déterminons l'objet 3D, le système récupère un identifiant, et il s'en sert pour y associer les informations contenues dans la base de données (voir Figure 10).



Figure 8 : Options d'affichage des géométries



Figure 9 : Affichage des choix des points de vue



Figure 10: Affichage des données 3D et des informations qui y correspondent

#### (d) Perspectives

Les perspectives de développement du SIG 3D pourraient se réaliser selon trois étapes. La première consisterait à améliorer le système sur certains points bien précis que nous avons préféré écartier temporairement. Ensuite, nous aurions besoin d'optimiser les mises à jour des données 3D. Le site Internet est entièrement relié au contenu de la base de données et est capable de s'adapter au nombre d'enregistrements. Mais les étapes sont manuelles, le but serait de développer une interface dans le site Internet qui normaliserait les procédures d'insertion, de modification, et de suppression. Enfin, nous proposons d'enrichir le SIG 3D en apportant d'autres fonctionnalités utiles pour les archéologues : par exemple des outils de calcul (distances et volumes), ou encore des options d'affichage (ambiance sonore, couleur, texture...).

Le projet apporte une réponse à la problématique initiale : celle de créer un outil pour les archéologues afin qu'ils puissent reconstituer un monument historique tel qu'il existait autrefois. Ainsi, il appartient désormais à TPLM-3D d'enrichir le contenu de PostgreSQL/PostGIS pour faire de leur SIG 3D une référence dans le domaine de l'archéologie.