

Contribution à la valorisation et à la gestion de la documentation hétérogène du patrimoine sous la forme d'une Interface 3D appliquée au site de Châtel sur Moselle.

PFE présenté par : **Vincent CAILLET**
Laboratoire d'accueil : **LSiIT – UMR CNRS 7005**
Equipe Trio/INSA
Directeurs de PFE : **M. René ELTER**

Correcteurs : **M. Mathieu KOEHL**
M. Emmanuel ALBY



1. Introduction

A l'heure où la modélisation 3D est en plein développement, il est intéressant de chercher un moyen de rendre accessible au grand public les travaux obtenus. C'est cette solution que j'ai développée au cours de mon Projet de Fin d'Etude sur le site de la forteresse de Châtel sur Moselle (Vosges).

Cet édifice est un site archéologique en partie classé et en partie inscrit au titre des monuments historiques. L'intérieure est constituée de trois niveaux de galeries et de salles souterraines. L'ensemble s'étend sur plus de cinq hectares et il est considéré comme l'un des plus grands châteaux forts d'Europe. Son histoire qui s'étire sur plus de dix siècles, a modelé l'édifice. C'est l'enchaînement de ces multiples époques de construction et/ou démolition qu'il convient aujourd'hui de comprendre. Ce travail est réalisé à travers de multiples fouilles archéologiques qui ont commencé en Mai 1972 et initié par l'Association du Vieux Châtel.

Depuis 2010, un projet soutenu par la Commune, le Département, la Région et l'Etat a vu le jour. Il a pour but d'utiliser des savoir-faire novateurs pour valoriser la maquette numérique de l'édifice. Cette étude permettra la réalisation d'un modèle 3D, d'une interface 3D et d'un modèle « tel que construit ». Au sein de ce projet, l'équipe PAGE¹ de l'INSA de Strasbourg a été mise à contribution pour la création d'un modèle en trois dimensions des parties intérieures et le développement d'une interface 3D. Les parties extérieures ont été réalisées par la société *Géophoenix*. Enfin, le CRAI² de l'ENSA³ de Nancy va concevoir un modèle tel que construit du château à différentes époques. L'ensemble de ces opérations se font sous l'égide de René ELTER, archéologue.

Pour accomplir ces travaux, plusieurs études ont déjà été menées au sein du laboratoire. Parmi celles-ci, l'étude, « Mise en valeur de la forteresse médiévale de Châtel sur Moselle » réalisée par Valentin POITEVIN dans le cadre de son projet de fin d'étude a permis d'établir des méthodes d'acquisition de panoramiques sphériques et de modélisation de la forteresse. C'est en réponse à la deuxième demande qu'intervient mon étude, elle consiste à valoriser le modèle 3D obtenu au travers d'une interface 3D.

Cette interface a plusieurs objectifs :

- L'accessibilité du modèle 3D au grand public ;
- Un outil dédié aux archéologues facilitant la compréhension des différentes périodes de construction ;
- La mise en relation du modèle 3D avec un ensemble de documents patrimoniaux.

¹ Photogrammétrie Architecturale et GEomatique

² Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie

³ Ecole Nationale Supérieure d'Architecture

2. Analyse préalable

a. Mise en place d'une trame temporelle

Afin de réaliser l'interface 3D, j'ai suivi un processus temporel me permettant de concevoir durablement.



Figure 1 : Schéma trame temporelle

La première étape, l'étude fonctionnelle, a consisté à recenser les différents objectifs que l'outil devra remplir. La deuxième étude permet d'analyser les technologies qui peuvent répondre aux différentes demandes de l'étape précédente. Puis selon les différentes pistes exposées lors de l'étude de faisabilité, des tests sont réalisés sur différents critères. Enfin, quand le choix des technologies est fait, il faut développer la solution retenue et intégrer les données.

b. Variété des données à intégrer

L'interface 3D comme son nom l'indique contient des éléments graphiques en trois dimensions. Il existe deux modèles graphiques distincts, l'un représentant les espaces extérieurs de la forteresse et l'autre les parties intérieures. C'est à partir de ce dernier modèle que va s'intégrer la majeure partie des autres documents qui sont de différentes natures :

- Texte (documents historiques, documents de fouille...) ;
- Plan ;
- Photographie ;
- Photographie panoramique.

La plupart des données en plan et texte provient des recherches historiques qui ont été menées par l'association du vieux Châtel depuis plus de quarante ans.

c. Objectifs initiaux

L'ensemble des objectifs initiaux ont été retranscrit dans l'étude fonctionnelle. Cette analyse a mis en évidence des points importants parmi lesquels :

- Utilisation au maximum de logiciel libre ;
- Nécessité de relier l'interface 3D au Web ;
- Interactivité et accessibilité de l'interface.

d. Choix des technologies

	VRML	X3D +WebGL	Collada +WebGL	XML 3D	Acrobat 3D v8	Flash+Action Script (version flash CS4)	City GML
Année mise en service	1994	2005 /2009 (X3DOM)	2010	2010	2009	2006	2004
Logiciel / Langage libre	O	O	O	O	N	N	O
Constructeur	Web 3D Consortium	Web 3D Consortium	Kronos Consortium	Université Saarland	Adobe	Adobe	Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia
Lien avec une base de données	O (Anchor /Inline)	O (Anchor /Inline)	O	O	N	Lien URL	O
Sécurité des données	O (Inline)	O (Inline)	O	O	O (encapsulée)	O	O
Interactivité	O	O	O	O	O/N (Hyperlien)	N	O
Visualisation	Cortona, Cosmo Player...	Accessible (X3DOM)	Accessible (GLGE)	Plugin gratuit	Acrobat Reader	Flash Player gratuit	Plugin gratuit
Développement	Dans le langage	Langage HTML : Javascript, PHP, CSS	Langage HTML : Javascript, PHP, CSS	XML, XHTML	SDK	Action script	Langage GML

Tableau 1 : Comparatif des différentes solutions

O : Oui, N : Non.

Pour répondre aux demandes qui ont été formulées, l'étude de faisabilité à dresser un éventail des solutions actuelles. Conjugué à des tests pour les comparer, cet état de l'art a permis de dégager la meilleure d'entre-elles. A partir de ce comparatif, le constat est le suivant :

Des technologies ont été écartées car jugées trop récentes XML3D, Collada+WebGL ou trop ancienne VRML⁴. Deux technologies ne répondent pas aux critères de l'étude fonctionnelle : Flash et Acrobat 3D. Enfin, CityGML a été exclu pour le langage de développement considéré trop lourd. La solution retenue et qui va être mise en œuvre est le X3D+WebGL possible grâce au javascript X3DOM.

3. Développements

L'interface 3D a été développée à partir du X3DOM, mais d'autres outils ont été mis en place pour permettre l'interactivité et la sécurité des données.

En effet, l'ensemble des données vont être structurées et stockées dans un serveur et diffusées à l'aide du langage PHP. Il permet de faire le lien entre le serveur et le client.

a. Mise en place d'un serveur

La mise en place d'un serveur a été la première étape indispensable dans l'établissement de l'interface 3D. Pour cela, la plateforme WAMP⁵ a été déployée. Cet outil est constitué d'un serveur (Apache), d'un système de base de données (MySQL) et utilise le langage PHP⁶.

b. Conception de la base de données

La base de données créée doit permettre de répondre à l'ensemble des requêtes SQL⁷ présentes ou futures de l'interface 3D. Sa conception est donc primordiale. Pour cela un MCD⁸ a été conçu sur la base de la décomposition physique du bâtiment (mur, ouverture, éléments horizontaux et décoration). Ce concept a été repris du projet CISAR développé par l'université de Cottbus (Allemagne). De plus, l'ensemble des documents a été placé dans des tables selon leurs natures (photographie, photographie panoramique, plan, texte) de même que chaque élément du modèle 3D.

c. Mise en place d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD)

Pour gérer les données et métadonnées de l'ensemble des documents, un SGBD a été mis en place. Il permet de remplir la base de données en stockant l'ensemble des documents, ainsi que les tables structurant le système.

Le stockage des fichiers se fait en externe, c'est à dire qu'ils ne sont pas compris dans les tables mais liés par une url. Les données peuvent être ajoutées, modifiées ou supprimées. Leur contenu est aussi visualisable. Cet outil a été réalisé en HTML⁹ et PHP.

d. Manipulation du modèle 3D

Le modèle 3D s'affiche au fur et à mesure que les éléments sont

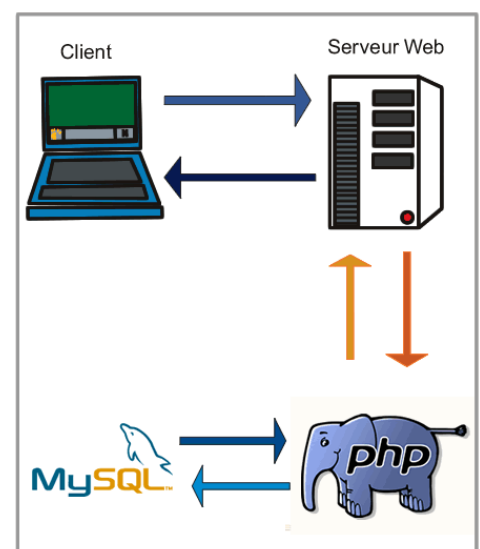


Figure 2 : Schéma montrant les flux de données entre serveur et navigateur.

Dépôt de fichiers X3d et de sa texture

Choisissez le fichier X3d à déposer : Parcourir...

Choisissez le fichier texture à déposer : Parcourir...

Titre :

Createur :

Date :

Id_mur :

Id_hrz :

Id_ouv :

Id_deco :

La base de données contient les fichiers suivants :

Nom	Id Texture associée	Titre
Gardes mur nord 2.x3d	175 texture0.jpg	gardes_mur_nord_2 applica

Figure 3 : Depot de fichier au SGBD

⁴ Virtual Reality Markup Language

⁵ Windows Apache MySQL PHP

⁶ Hypertext Preprocessor

⁷ Langage structuré de requête (Structured Query Language)

⁸ Modèle Conceptuel de Données

⁹ Hypertext Markup Language

ajoutés dans le SGBD. Il apparaît maillé avec la texture associée. Cependant la maniabilité du modèle n'est pas optimum. Afin de pallier ce problème des boutons ont été ajoutés utilisant les possibilités d'A.P.I. ¹⁰du javascript X3DOM. Ils permettent un zoom de l'ensemble des éléments présents, le passage d'une vue à l'autre, etc. (Voir Figure 4)

Modèle 3D interactif

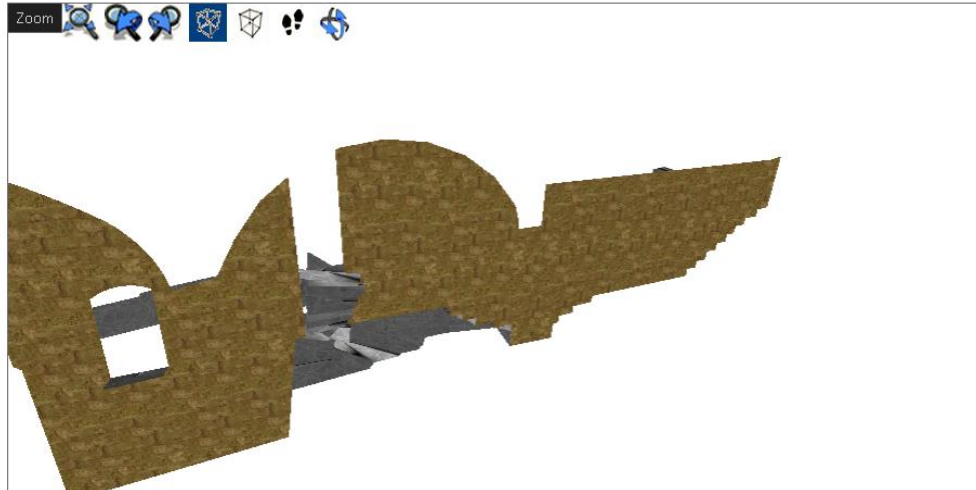


Figure 4 : Fenêtre d'affichage du modèle 3D avec boutons de maniabilité en haut à gauche.

e. Interactivité du modèle

Une fois la maniabilité du modèle assurée, j'ai ajouté la possibilité à l'utilisateur d'interagir sur le modèle 3D en fonction des périodes. Ainsi, en fonction d'une ou plusieurs périodes sélectionnées, le modèle 3D apparaît. Cela est intéressant pour les archéologues afin qu'ils puissent émettre des hypothèses historiques, mais également pour le grand public pour voir les différentes époques de la forteresse une fois que les modèles « tel que construit » seront modélisés.

De plus, l'interaction entre le modèle 3D et les autres données doit être faite. Cela a été réalisé par des scripts PHP utilisant le lien existant entre les différentes tables. Une nouvelle problématique est apparue lors de ces travaux, puisqu'il a fallu définir selon quels niveaux de détails les documents doivent être liés, soit le lieu, soit le mur, l'ouverture, le sol ou le plafond.

4. Conclusions et perspectives :

L'interface 3D est en place, mais elle pourrait être améliorée en facilitant le remplissage de la base de données. De plus, seul le modèle 3D des espaces intérieurs a été intégré. En effet, le modèle extérieur devra être diffusé par une solution plus adaptée comme l'utilisation d'API tel que Google Earth ou des logiciels propriétaires intégrant un module d'interface web comme RhinoTerrain ou ArcGIS Explorer. L'interface pourrait également permettre d'indexer l'ensemble des documents qui se situent dans la base de données par la création d'une fiche descriptive individuelle.

Il n'en demeure pas moins que la solution développée permet de répondre à plusieurs objectifs qui sont l'accessibilité (visualisable depuis le web), l'interactivité et l'immersion du modèle 3D. La technologie utilisée étant en plein développement, son amélioration bénéficiera à l'interface 3D développée.

¹⁰ Interface de programmation (Application Programming Interface)