

# Réalisation de représentations bi- et tridimensionnelles interactives pour un Système d'Information Archéologique

■ Céline PIACENTILE

## ■ MOTS-CLÉS

Patrimoine archéologique, plans 2D et modèles 3D interactifs, SVG, VRML

*L'archéologie est une science d'aujourd'hui et, à ce titre, elle utilise des outils infographiques récents, notamment en matière de restitutions 2D et 3D. Il paraît essentiel de voir dans quelle mesure cette pratique peut servir*

*l'archéologie, et ce aussi bien au niveau du travail des archéologues, que sur la façon dont elles permettent l'accessibilité des données à un large public.*

*L'approche développée ici propose plusieurs méthodes simples d'utilisation pour la réalisation de plans 2D et de modèles 3D interactifs visibles sur le Web, destinées aux professionnels du patrimoine archéologique. A partir de dessins bi- et tridimensionnels dans AutoCAD, l'objectif est de transformer ces représentations en plans SVG et/ou en modèles VRML interactifs de manière automatisée.*

*La finalité résidera dans le fait de pouvoir repérer un lieu d'intérêt, cliquer sur cet élément et obtenir ainsi simultanément les informations le concernant stockées dans une base de données.*

Ce projet réalisé au sein du laboratoire MAP-PAGE s'inscrit dans la continuité d'une thèse de doctorat débutée en 2004 par Elise Meyer intitulée : "Acquisition 3D, documentation et restitution en archéologie : proposition d'un modèle de Système d'Information dédié au patrimoine". La finalité de cette thèse est la création d'un Système d'Information fonctionnant sur le Web, permettant aux archéologues de gérer les quantités de données qu'ils produisent et de pouvoir les représenter.

Un premier site d'expérimentation, le château médiéval de Vianden au Luxembourg, a permis d'implémenter le système. Des plans interactifs ont été créés et les modèles 3D existants sur le château ont été optimisés et interfacés.

Il s'agit désormais de tester les outils développés (intégration de nouvelles données) et d'automatiser les processus de création et d'interfaçage des données à intégrer dans le Système d'Information Archéologique réalisé.

Cet article se décompose en quatre parties : après avoir brièvement énoncé le contexte et les objectifs de notre étude, nous citerons les différentes étapes du processus d'automatisation, et les informations nécessaires à leur compréhension seront relatées.

Puis, nous présenterons les expérimentations concernant la mise en place du processus d'automatisation, en explicitant les différentes démarches effectuées pour mener à bien le projet. Nous concluons finalement sur l'apport de nos travaux, les améliorations possibles et les perspectives envisageables.

## Contexte et objectifs

Au cours des années 1975 et 1976, le Service des Sites et Monuments Nationaux du Luxembourg entreprit des fouilles sur le site de la villa gallo-romaine d'Echternach. Celles-ci fournirent quantités d'informations qui furent ensuite analysées et rassemblées en 1981 dans l'ouvrage de référence traitant de ce site : "Ausgrabungen in Echternach" (Metzler et al. [1981]). Puis le site archéologique fut au fil des années quelque peu délaissé.

Dans le cadre de l'aménagement du pôle touristique environnant, il fut décidé la construction d'un musée aux abords même des vestiges. L'idée centrale de ce musée est de présenter aux visiteurs une approche de la vie quotidienne dans ce palais-villa à la fin du premier siècle après J.-C., à travers des maquettes, des ambiances, des objets-témoins, des présentations des différentes pièces d'habitation et occupations qui s'y déroulaient.

Le Service des Sites et Monuments Nationaux du Luxembourg a confié au MAP-CRAI (Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie, École d'Architecture de Nancy) la réalisation de tous les documents numériques devant être présentés au public, que ce soit dans le musée ou sur des panneaux *in situ*, permettant aux visiteurs de faire un rapport

immédiat entre ce qui subsiste et les hypothèses de reconstitution. Des images de synthèse ont été réalisées à partir de plans 2D et de modèles 3D générés sur AutoCAD et 3D Studio.

La problématique de notre projet porte précisément sur la transformation des plans 2D et des modèles 3D réalisés par le MAP-CRAI en interfaces permettant l'accès aux informations d'une base de données sur Internet. Nous pouvons distinguer deux objectifs principaux :

- le premier est d'étudier les possibilités d'exploitation de dessins 2D ou 3D au format .dwg pour leur utilisation comme interfaces d'accès à des données sur le Web, ce qui implique une transformation des plans en SVG et des modèles en VRML ;
- le second est d'étudier les possibilités d'automatisation des ancrages, tâche fastidieuse à réaliser manuellement pour toutes les représentations. La finalité de l'ancrage réside dans le fait de pouvoir repérer un élément du plan 2D ou du modèle 3D, cliquer sur cet élément et obtenir simultanément le plan 2D ou modèle 3D et les informations le concernant stockées dans une base de données.

## Outils utilisés pour les développements

Le processus d'automatisation de création des plans et des modèles interactifs est composé de deux étapes successives :

1. l'identification et la discrétisation du plan ou modèle selon des lieux et des sous-lieux
2. le processus d'ancrage

Tout d'abord, il convient d'explicitier cette notion de "lieu" et de "sous-lieu".

Un site archéologique est constitué d'un ensemble de lieux et l'enjeu a été de repérer les lieux ayant joué un rôle de pôle. Puis, il a été défini des hiérarchies locales entre lieux et sous-lieux à partir, d'une part, des connaissances préalables accumulées sur le fonctionnement des sociétés antiques et, d'autre part, de l'analyse des données archéologiques recueillies au cours des fouilles. Un sous-lieu est une partie significative d'un lieu, dépendant de celui-ci, ayant une fonction propre et parfois en complémentarité avec les autres sous-lieux du même lieu.

Nous souhaitons donc avoir la possibilité de repérer les différents lieux et sous-lieux du site, et d'accéder aux informations textuelles ou iconographiques les concernant, stockées dans une base de données. Nous avons appelé ce processus l'ancrage.

Afin de répondre aux besoins d'interopérabilité et de portabilité de l'application, le choix d'utiliser des solutions *open source* s'est rapidement avéré pertinent (pour des raisons économiques et pratiques). Il s'agissait aussi d'un moyen d'évaluer le potentiel des outils libres, dans le contexte de la montée en puissance de l'*open source* dans le domaine de la géomatique, et dans les technologies informatiques en général. Nous avons utilisé le pack WAMP 5 (Windows, Apache, MySQL, PHP), plate-forme de développement Web

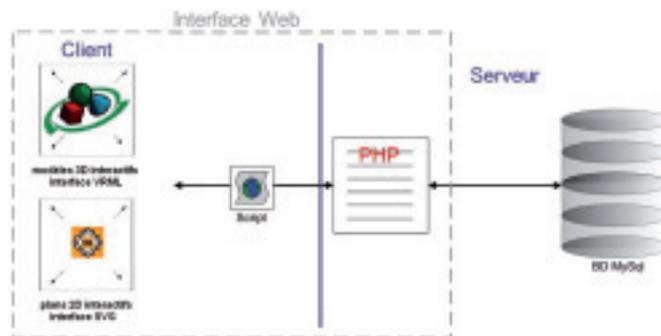


Figure 1. Fonctionnement informatique du Système d'Information (Meyer et al. [2006] modifié).

sous Windows permettant de développer des sites Web dynamiques à l'aide du serveur Apache2, du langage de script PHP5 et d'une base de données MySQL version 5.

Le Système d'Information se base sur un serveur PHP. Nos plans 2D et nos modèles 3D sont donc rendus interactifs par l'intermédiaire d'un processus d'ancrage faisant appel à des scripts PHP (en liaison avec des bases de données MySQL), implémentant des Javascripts lors de la reconstruction du fichier SVG, et des VRMLScripts et des Javascripts lors de la reconstruction du fichier VRML. La Figure 1 illustre le fonctionnement informatique du système.

La dernière étape à réaliser est une liaison bidirectionnelle entre les informations concernant les lieux et les sous-lieux, et les plans ou modèles.

Une fois les plans et les modèles ancrés et dotés d'une fonction de repérage, nous souhaitons avoir la faculté de choisir, au moyen d'une liste, les plans ou modèles que nous voulons afficher, et obtenir ainsi un accès "aller-retour" du plan ou du modèle aux données textuelles ou iconographiques.

La Figure 2 explicite les différents liens "aller-retour" possibles entre les données de différents types.

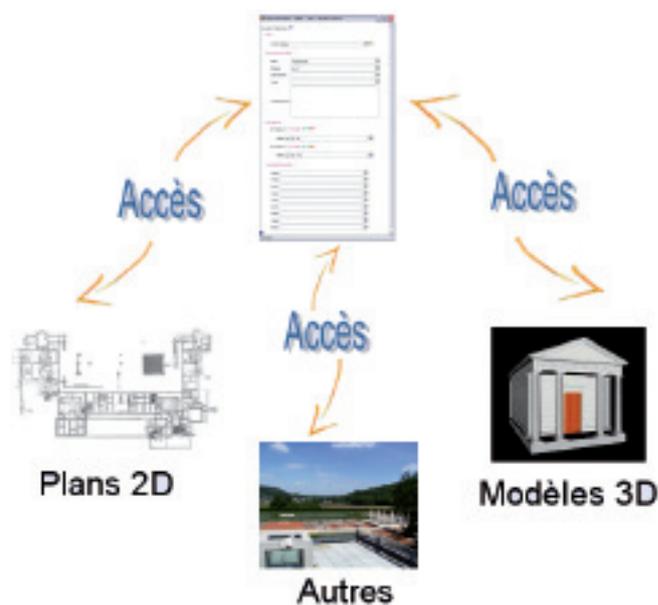


Figure 2. Liens "aller-retour" permettant d'accéder aux diverses données.

## Processus d'automatisation de créations de plans et de modèles interactifs

Sachant qu'AutoCAD est le logiciel utilisé par une majorité de professionnels en CAO/DAO et d'archéologues (Eiteljorg II et al. [2002]), nous avons considéré les fichiers .dwg comme données de départ.

L'objectif du projet est d'étudier les possibilités d'exploitation de dessins 2D et 3D au format .dwg pour leur utilisation comme interfaces d'accès à des données sur le Web, ce qui implique une transformation des plans en SVG (*Scalable Vector Graphics*) et des modèles en VRML (*Virtual Reality Modeling Language*).

Le SVG (*Scalable Vector Graphics*) est un langage de description de graphiques en deux dimensions, basé sur le langage XML (*eXtensible Markup Language*). SVG est normalisé par le W3C (*World Wide Web Consortium*), et contrairement au format vectoriel Flash, il s'agit d'un outil *open source*.

En anglais, et pour le monde des images, "Scalable" signifie qu'il n'y a pas de contraintes de dimensionnement. Les proportions du dessin sont toujours respectées et la mise à l'échelle se fait sans perte de qualité.

Le langage SVG est intéressant dans la mesure où, par l'intermédiaire de scripts écrits en Javascript par exemple, il permet la création d'animations et/ou d'événements interactifs (*onmouseover*, *onmouseout*, *onclick*, *onfocus*).

La norme VRML 1.0 (*Virtual Reality Modeling Language*), élaborée en 1994, est un format de fichier, qui, associé à un *plugin* (logiciel traduisant le fichier VRML en une représentation 3D et calculant les images de la scène vues par l'utilisateur), permet de décrire un monde tridimensionnel fixe et de le visualiser interactivement sur Internet.

Trois ans plus tard, une nouvelle version plus puissante (VRML 97 devenu VRML 2.0), autorisant de nombreuses fonctionnalités en sus, telle que la possibilité d'animation, est devenue le standard le plus communément adopté (dans le milieu universitaire notamment).

Aujourd'hui, le développement s'effectue sous l'égide du W3C alors que le langage évolue sous l'appellation X3D (*eXtensible 3D*). La structure du X3D est calquée sur celle du VRML et de nombreux éléments de syntaxe ont été conservés. Ainsi, passer d'un langage à son successeur est assez aisé (rajout de balises). Cependant, Elise Meyer [2007] a décidé de garder le VRML comme format de description des scènes 3D pour plusieurs raisons :

- peu de logiciels de modélisation exportent en X3D actuellement mis à part Blender, logiciel gratuit mais difficile d'utilisation ;
- VRML est un langage plus communément employé ;
- pour l'affichage des scènes décrites au format X3D, il existe peu de navigateurs standardisés tels que Cortona ou CosmoPlayer (il en existe un sous-environnement Linux appelé FreeWRL).

Ainsi, tous les modèles 3D seront décrits avec le langage VRML 2.0.

Or AutoCAD ne génère directement ni des fichiers au format SVG (extension .svg), ni des fichiers au format VRML (exten-

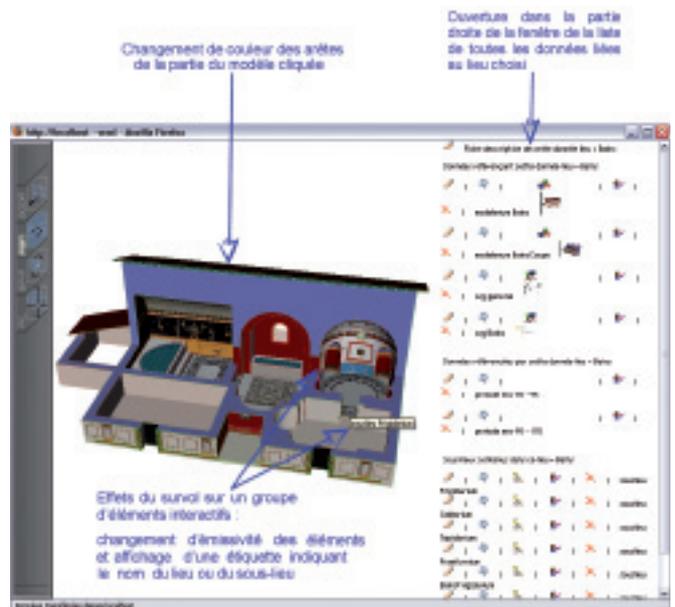


Figure 3. Interface 3D interactive pour l'accès aux données liées aux lieux modélisés.

sion .wrl). Il faut donc passer par un format intermédiaire, puis utiliser un utilitaire pour convertir les fichiers obtenus au format voulu. Nos choix se sont portés sur le logiciel "Adobe Illustrator", logiciel commercial de référence de création graphique vectorielle pour les plans 2D et sur le logiciel de modélisation 3D "Sketchup" pour les modèles par soucis d'accessibilité et de coûts.

A partir de notices que nous avons écrites, l'utilisateur est guidé lors de la production des plans et des modèles afin que ceux-ci soient compatibles avec les programmes réalisés. Puis, une fois ces fichiers obtenus sur "Adobe Illustrator" pour les plans et "Sketchup" pour les modèles et exportés aux formats respectifs .svg et .wrl, il utilise l'outil de création de représentations 2D ou 3D interactives, insère ses fichiers et le processus d'ancrage se fait automatiquement.

L'apport de notre étude réside aussi dans l'amélioration du processus d'ancrage conçu par Elise Meyer [2007] qui avait utilisé un changement de couleur de faces dans le premier site d'expérimentation ayant servi à implémenter le système. Lorsque l'utilisateur passe sur le lieu, ses faces changent de couleur spéculaire (définissant la couleur des rayons lumineux réfléchis sur la surface de l'objet) et lorsqu'il clique dessus pour obtenir les informations le concernant, c'est la couleur générale de l'objet qui change.

Cependant, bien que fonctionnel, ce moyen de repérage a pour défaut l'impossibilité de texturer le modèle, ce qui représente une perte d'informations au niveau des propriétés de surface de l'objet.

Les options d'export sont différentes selon les logiciels et il semble que pour le site de Vianden, dont les modèles 3D avaient été obtenus sur le logiciel Maya, il n'était pas possible d'utiliser les arêtes comme objets de représentation. C'est une possibilité d'export qu'offre "Sketchup" et que nous avons utilisée afin d'avoir la capacité de texturer l'objet (cf. Figure 3).

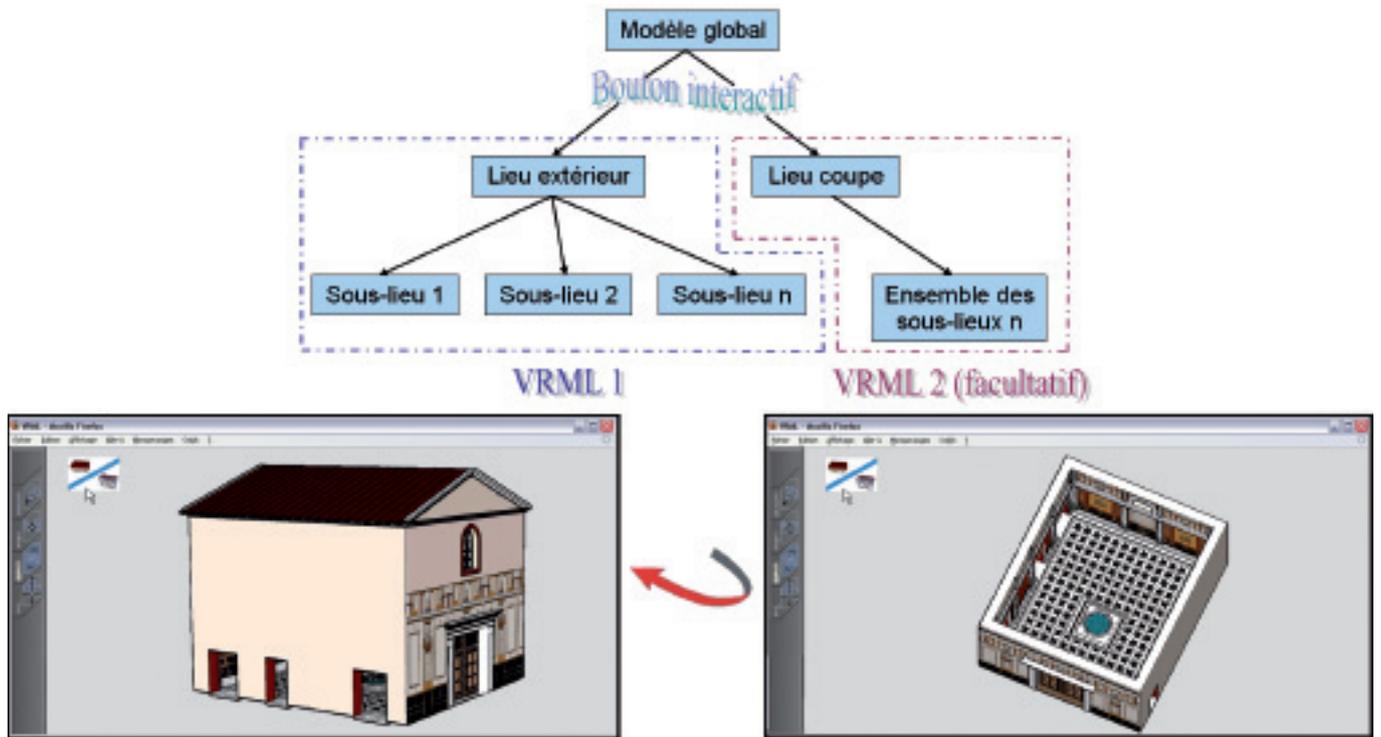


Figure 4. Structure hiérarchique du VRML final : passage du lieu à sa coupe par l'intermédiaire d'un bouton HUD constamment accessible à l'utilisateur.

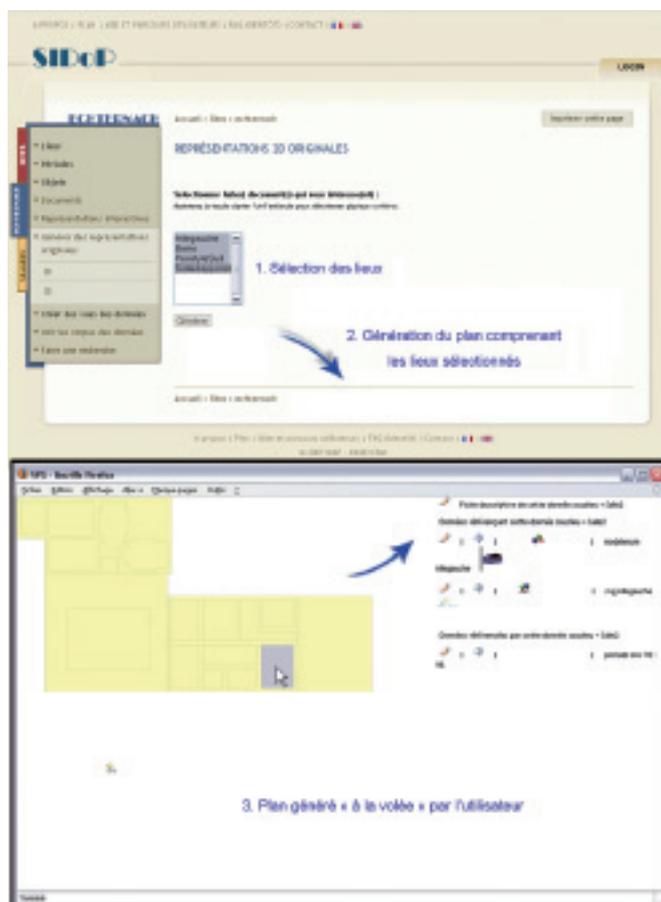


Figure 5. Plan "à la volée" issu des quatre plans interactifs des lieux créés.

Possédant des images de synthèse de certaines coupes des bâtiments, nous avons par la suite automatisé un processus permettant à partir des modèles 3D d'un lieu et de sa coupe, de passer d'un modèle à l'autre par l'intermédiaire d'un bouton constamment en interface avec l'utilisateur, appelé HUD (*Heads Up Display*) tel que l'illustre la Figure 4.

Enfin, nous avons créé des formulaires PHP permettant à l'utilisateur de choisir parmi les plans et les modèles interactifs des lieux générés, ceux qu'il souhaite visualiser simultanément (cf. Figure 5).

## Conclusions et perspectives

La sauvegarde du patrimoine est une des préoccupations majeures des architectes, archéologues et conservateurs. Dans ce cadre, l'utilisation d'outils informatiques est primordiale. Ils offrent de nouvelles possibilités dans le traitement des données toujours plus nombreuses que les gestionnaires de sites sont amenés à manipuler après les avoir recueillies sur le terrain. Le gain de temps apporté par l'automatisation de certains procédés, ainsi que la facilité d'utilisation de ces programmes sont des apports considérables.

L'utilisation d'Internet dans la perspective de diffuser des informations, et les divers travaux de programmation menés ont orienté la réflexion sur la situation des Systèmes d'Informations dans le contexte de montée en puissance des technologies *open source*, ainsi que sur le potentiel du Web vis-à-vis de la diffusion et du partage des données.



L'environnement Internet offre, en effet, actuellement des outils de développement avancés permettant d'allier souplesse, interactivité, performance et universalité.

Nous avons inséré dans le Système d'Information des programmes PHP permettant l'obtention de plans 2D et de modèles 3D interactifs par l'intermédiaire d'un processus d'ancrage automatique. Ce processus permet le repérage des lieux et sous-lieux du site, ainsi que l'accès à leurs données descriptives. L'archéologue pourra, au moyen de notices que nous avons rédigées, représenter rapidement et aisément de manière interactive les plans 2D et modèles 3D du site qu'il gère.

Enfin, des interactions bidirectionnelles entre les données textuelles et bi- et tridimensionnelles font de ces représentations du site des interfaces privilégiées d'interrogation.

Cependant, à l'heure actuelle, le Système d'Information réalisé n'intègre pas de données spatiales. Or, ces dernières années, des progrès considérables ont été réalisés par les archéologues dans l'acquisition des données spatiales, leur positionnement de manière précise à l'aide d'outils sophistiqués (GPS) et leur analyse à l'aide d'applications informatiques élaborées : les Systèmes d'Informations Géographiques. Les applications des SIG sont assez récentes et vouées à un avenir prometteur dans la discipline.

En plus des informations géométriques et descriptives, ces dernières peuvent ouvrir un potentiel d'analyses, de simulations touchant le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, sans compter l'apport considérable en connaissances que pourra apporter l'association de ces données graphiques avec des données descriptives et documentaires pour la gestion des bâtiments, tant du point de vue technique que patrimonial.

En effet, les données recueillies sur un chantier de fouilles archéologiques possèdent toutes une composante spatiale : elles ont été retrouvées à un endroit déterminé par des composantes (X, Y, Z). Mais plus encore que leurs positions exactes, ce sont les relations spatiales entre ces entités au sein d'un même site archéologique qui sont les plus importantes pour les archéologues en vue de la reconstitution de processus culturels. Ainsi, une des perspectives de ce projet serait de coupler au Système d'Information existant les données spatiales recueillies sur le terrain. ●

## Contacts

**Céline PIACENTILE**

celine.piacentile@live.fr

celine.piacentile@insa-strasbourg.fr

**Elise MEYER**

ATER en Topographie

MAP-PAGE, INSA de Strasbourg

elise.meyer@insa-strasbourg.fr

## Références

- Eiteljorg, H. II., Center for the Study of Architecture. [2002],** *The CSA CAD Guide for Archaeologists and Architectural Historians.* URL <http://csanet.org/inftech/cadgd/cadgd.html>
- Metzler, J., Zimmer, J. et Bakker, L. [1981],** *Ausgrabungen in Echternach.* Publication du Ministère des Affaires Culturelles et de la ville d'Echternach, Luxembourg. 394 pages.
- Meyer, E., Grussenmeyer, P., Perrin, J.-P., Durand, A. et Drap, P. [2007],** *A web information system for the management and the dissemination of Cultural Heritage data.* In, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 8, Issue 4, Septembre-Décembre 2007, Pages 396-411. doi:10.1016/j.culher.2007.07.003
- Meyer, E., Grussenmeyer, P., Perrin J.P., Durand, A. et Drap, P. [2006],** *Intra-site Level Cultural Heritage Documentation: Combination of Survey, Modeling and Imagery Data in Web Information System;* Short papers from the joint event CIPA/VAST/EG/EuroMed 2006, M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, K. Mania (Editors), Nicosia Cyprus, 30 Octobre-4 Novembre 2006. ISBN-10 : 963 8046 74 0. p.129-134/ 238.
- Meyer, E. [2007],** *Acquisition 3D, documentation et restitution en archéologie : proposition d'un modèle de Système d'Information dédié au patrimoine.* Thèse de Doctorat en Modélisation et Simulation des Espaces Bâti, UHP Nancy 1. Soutenue le 31 octobre 2007 à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy, 305p.
- Pimpaud, A.B. [1999],** *Les applications de l'infographie 3D à l'archéologie. Mémoire de maîtrise d'histoire de l'art et d'archéologie* soutenu à l'Université de Paris-X-Nanterre, sous la direction de Mme A.-M. Guimier-Sorbets. URL [http://pimpaud.free.fr/wordpress/wp-content/uploads/2006/05/maitrise\\_pimpaud.pdf](http://pimpaud.free.fr/wordpress/wp-content/uploads/2006/05/maitrise_pimpaud.pdf)
- Topol, A. [2001],** *VRML : étude, mise en œuvre et applications.* Mémoire d'ingénieur CNAM. URL <http://cedric.cnam.fr/PUBLIS/RC263.pdf>
- Web3D@ [2004],** WEB3D-fr - URL <http://www.web3d-fr.com/>

## ABSTRACT

**Key words :** Archaeological heritage, interactive 2D plans and 3D models, SVG, VRML

*Archaeology belongs to today's science and therefore uses recent computer graphics tools especially for 2D and 3D renderings. It is essential to grasp how this practice can serve the interests of archaeology, first concerning the archaeologist's work itself, then making data easily available for the general public. The approach developed in this work will outline several methods to create interactive 2D plans and 3D models on the web to be used by professionals dealing with the archaeological heritage. The aim is to transfer automatically 2D and 3D drawings from the AutoCAD system into interactive SVG plans and/or VRML 3D models. Indeed, the whole point is once an interesting place has been located, the user will click on the item and obtain interesting information simultaneously.*