

Reconstitution archéologique en 3D : La Rotonde des Valois

Edwige Lelièvre

Doctorante ATI - INREV

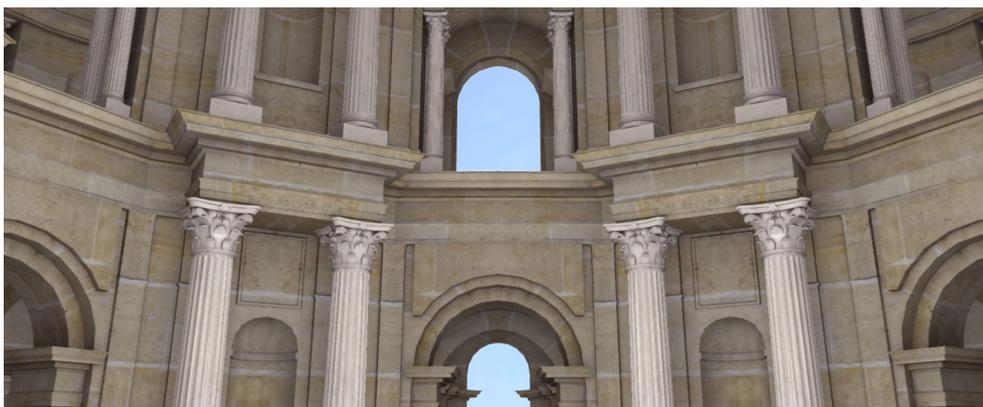
Université Paris 8

edwige.lelievre@gmail.com / www.armaghia.fr

Introduction

La 3D a de nombreux domaines d'application. Elle est tout particulièrement utile pour représenter des univers imaginaires, des objets qui n'existent pas encore et pour recréer des objets qui n'existent plus ou sont inaccessibles. L'archéologie lui fait ainsi de plus en plus appel. Nous allons voir un exemple de reconstitution archéologique en 3D réalisé avec le logiciel Maya, utilisé habituellement par des artistes et des industriels, plus rarement par des scientifiques.

Le sujet de cette reconstitution est la Rotonde des Valois, un mausolée du XVI^e siècle qui jouxtait autrefois la Basilique de Saint-Denis. Il a été choisi suite aux conseils de M. Michael Wyss, directeur de l'Unité Archéologique de Saint-Denis. La Rotonde a plusieurs spécificités intéressantes : elle n'existe plus (seules ses fondations, cachées sous terre, subsistent) mais il nous reste de nombreux textes et gravures qui permettent d'imaginer ce monument tel que son architecte initial, Le Primatice, l'avait conçu. (1) Par ailleurs, il s'agissait d'un projet très ambitieux et complexe, qui aurait dû être un chef d'oeuvre s'il avait été achevé. (2) La reconstitution se base également sur les travaux de Mme Sabine Frommel, historienne de l'art spécialiste du Primatice. (3)



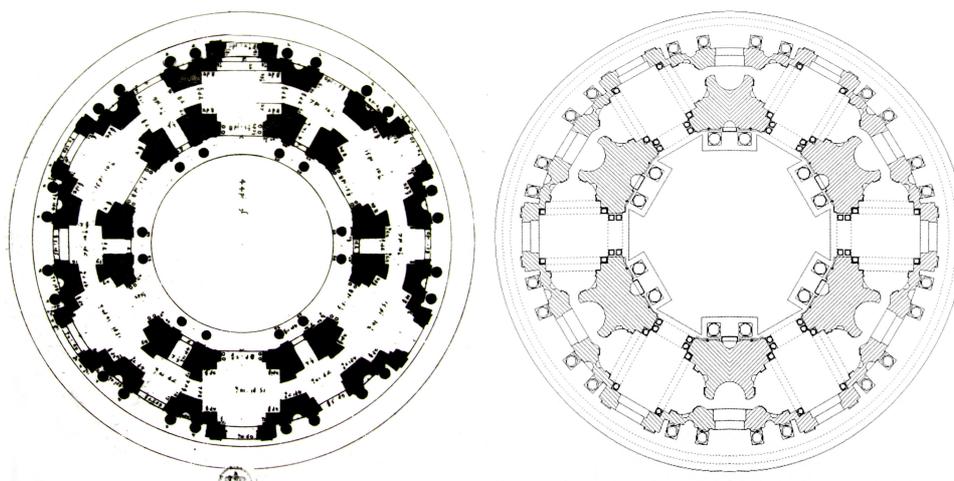
Il s'agit à travers cette reconstitution et sa diffusion de voir ce que l'infographie 3D peut apporter à la recherche en archéologie et en histoire de l'art.

Reconstitution archéologique

La première étape d'une reconstitution archéologique consiste à analyser les documents afin de pouvoir les transcrire en trois dimensions. Certaines

incohérences apparaissent dès cette étape. Cependant, même une analyse minutieuse ne permet pas forcément de les repérer toutes. C'est en créant la Rotonde en volume que de nombreux problèmes se sont présentés.

La première difficulté rencontrée dans ce projet a été le premier étage, qui différait suivant les gravures. Les seuls plans¹ existants de cet étage, dessinés par Marot étaient étrangement peu cohérent avec les plans du rez-de-chaussée et du sous-sol, ce que la 3D rendait encore plus flagrant. Mme Frommel, historienne de l'art qui a travaillé sur la Rotonde, a permis de résoudre ce problème en proposant des plans différents, mais cohérents avec les coupes² et élévations³. Le choix a donc été fait de s'appuyer sur ses recherches. (3)



Comparaison du plan du premier étage d'après Marot (à gauche) et Sabine Frommel

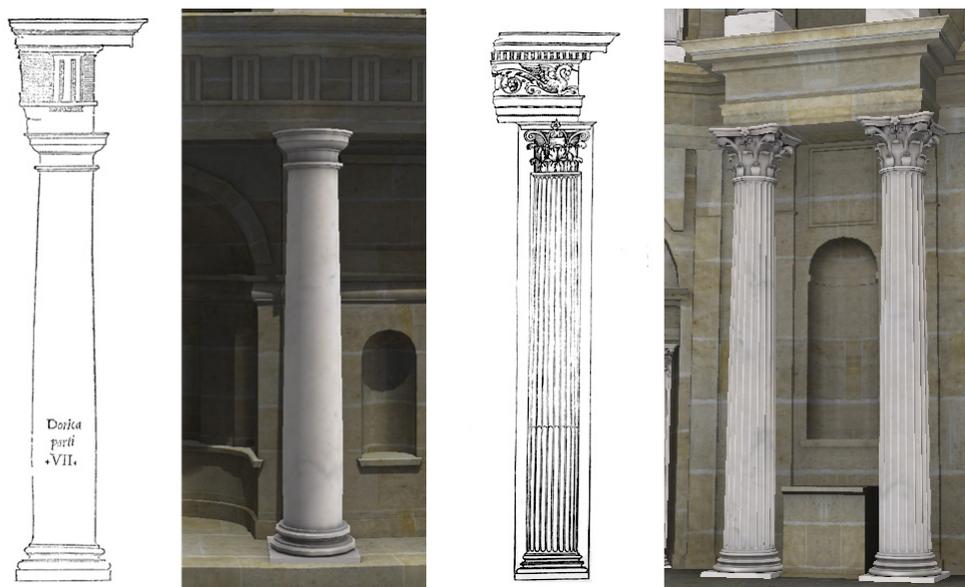
Par la suite, une autre difficulté d'analyse s'est posée avec l'escalier. Cet escalier à colimaçon, décrit dans plusieurs textes, n'était en effet représenté qu'au rez-de-chaussée. L'absence d'accès au premier étage et sur le toit pose évidemment problème. C'est donc en se basant sur l'hypothèse que cet escalier devait desservir les étages qu'il a été reconstitué, mais pas sur la base de plans, qui ne le mentionnaient pas.



Escaliers en 3D dans la reconstitution de la Rotonde au premier étage et sur le toit

- 1 Vue de dessus d'une construction.
- 2 Plan qu'on suppose couper une construction pour en voir les mesures et détails intérieurs.
- 3 Projection orthogonale sur un plan vertical parallèle à une face des parties extérieures d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage.

Si une partie du travail de reconstitution se base sur des hypothèses, il est important de suivre le plus strictement possible ce qui est sûr, notamment en travaillant les détails avec précision. L'on savait par exemple que la Rotonde était composée de quatre ordres de colonnes⁴, dorique et ionique à l'extérieur, corinthien et composite à fut cannelé à l'intérieur. Par ailleurs, on savait également que la Primatice utilisait les ordres d'un architecte contemporain : Serlio. Cela a permis de reconstituer des colonnes et des entablements⁵ détaillés, rigoureusement identiques aux modèles.



Comparaison entre les ordres de Serlio et les colonnes reconstituées en 3D

Diffusion

Une fois cette reconstitution réalisée, il a été question de sa diffusion. L'enjeu principal était de rendre compréhensible la Rotonde : il fallait en effet rendre visible ce monument disparu. Pour cela, il était impératif d'avoir une belle qualité d'image, afin d'obtenir un rendu réaliste, crédible.

Un éclairage de jour a été choisi, basé sur 4 sources lumineuses :

- Une lumière principale (spot) qui donne la direction du soleil et les ombres. La lumière est jaune orangé, tandis que les ombres sont très légèrement violettes.
- Une lumière volumétrique de forme sphérique qui éclaire toute la partie centrale de la Rotonde. Cette lumière est animée de façon à diminuer d'intensité en fonction de la distance : son intensité devient quasiment nulle quand on voit la Rotonde de l'extérieur, de loin.

4 Les ordres en architecture déterminent les proportions, les formes et l'ornementation des colonnes, pilastres, supports et entablements.

5 Partie horizontale appuyée sur les colonnes. Il est composé d'un architrave, d'une frise et d'une corniche.

- Un ensemble de 6 lumières directionnelles, dirigées comme chacun des axes du repère : x , $-x$, y , $-y$, z , $-z$. Ces lumières blanches ont une intensité très faible (0,05) et sont là essentiellement pour éviter d'avoir des ombres trop dures.
- Du Final Gather⁶, qui donne un éclairage d'ambiance. (4) Associé à un environnement de ciel bleu, cela donne une ambiance légèrement bleutée à l'extérieur du bâtiment, et plutôt jaune à l'intérieur, du fait des pierres. Cet aspect du rendu est assez léger, mais ajoute une touche essentielle à un éclairage de jour réaliste.



Rendu de la Rotonde en 3D avec matériaux et éclairage

Les matériaux sont des *phong*, très peu brillants pour les pierres, un peu plus pour les colonnes, qui ont également une légère réflexion. Il y a un bump⁷ assez doux sur les pierres pour donner un peu de grain et de relief quand on est proche.

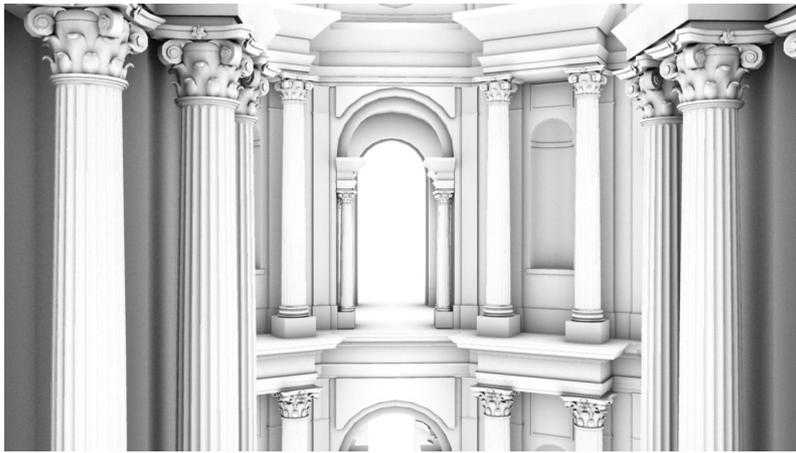
Après la passe de rendu comprenant tous les effets d'éclairage précédemment cités, une passe d'occlusion⁸ a été calculée. Elle permet de mettre en valeur les reliefs et d'asseoir les objets, même dans les endroits avec peu d'ombres.

En plus d'un rendu réaliste, il était souhaitable de proposer des supports de diffusion adaptés à différents publics et lieux d'exposition. La Rotonde reconstituée a donc été présentée sous la forme d'un court film d'animation, d'une application interactive et d'une affiche.

6 Option de rendu avancé qui permet de donner une ambiance colorée à une scène. Cela simule la lumière réelle, où les photons rebondissent sur les couleurs des objets et les transmettent, de manière assez rapide.

7 Effet qui permet de simuler le relief à partir d'une image en noir et blanc.

8 Effet qui donne une image blanche assombrie en fonction de la distance entre les objets. Cela permet de mettre en valeur de relief et de donner l'impression que les objets sont posés.



Rendu d'occlusion de l'intérieur de la Rotonde

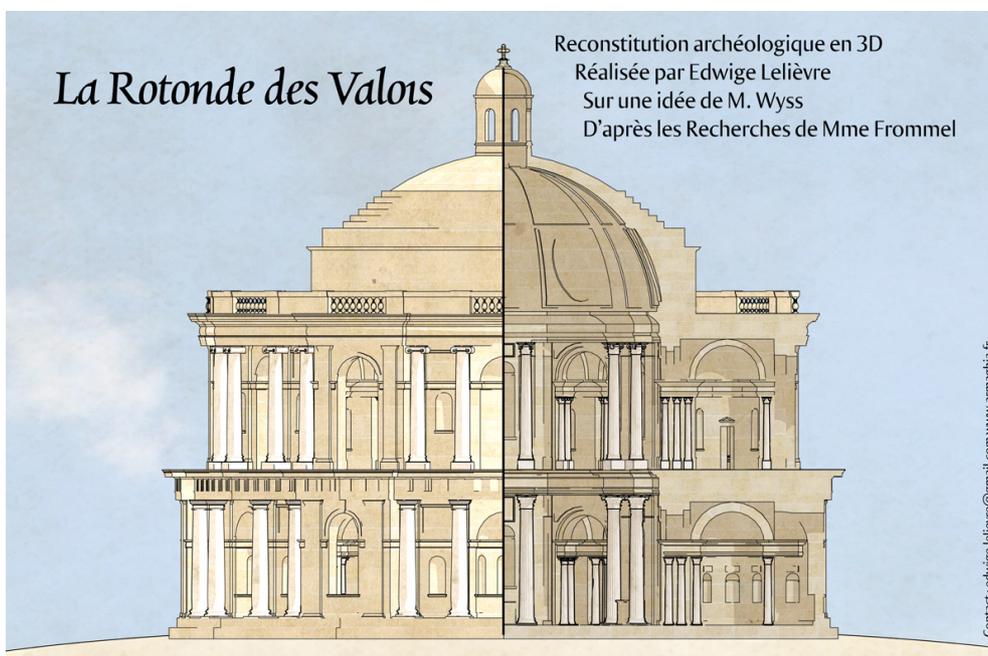
Les films d'animation sont des suites d'images 3D précalculées, qui peuvent être bien plus complexes que des images en 3D temps réel. Le film de la Rotonde a profité de cette spécificité en utilisant des techniques de rendu couteuses pour obtenir des images réalistes. (4) Le film est par ailleurs un médium linéaire ce qui permet une narration, un rythme et un cadrage lié à la musique, « Romance » d'Apocalyptica dans le cas de la Rotonde. Ce support nécessite seulement un écran équipé d'un lecteur (télévision ou ordinateur) pour le visualiser, et aucune manipulation de la part du spectateur. C'est un support adapté à la plupart des publics.

L'application temps réel, réalisée avec le logiciel Virtools, comporte beaucoup plus de contraintes en terme d'image et de diffusion, mais permet de proposer une visite virtuelle de la Rotonde. La manipulation de cette application, assez proche d'un jeu vidéo simplifié, est tout particulièrement adaptée à un public jeune, familier de cette technologie. Le contrôle peut se faire à travers un ordinateur avec clavier et souris, ou bien un ordinateur équipé d'un écran tactile. On peut ainsi visiter la Rotonde à son rythme, en choisissant son itinéraire, avec ou sans commentaires.



Capture d'écran de la visite virtuelle en 3D temps réel

Enfin, pour l'affiche, le choix a été fait de proposer une image non réaliste, afin d'expérimenter le potentiel pédagogique de ce type de rendu 3D, potentiellement plus clair et explicatif. L'affiche représente en même temps l'extérieur et l'intérieur de la Rotonde, ce qui permet de comparer et de saisir la cohérence de l'ensemble. De plus, le rendu de contour rend les formes globales plus lisibles.



Conclusion

Finalement, on peut remarquer l'utilité de la reconstitution archéologique en 3D pour l'archéologie et à l'histoire de l'art. D'une part en terme de recherche, car le volume permet une compréhension plus nette et plus précise des monuments disparus. D'autre part en terme de communication, car les différents supports de diffusion proposés par la 3D permettent de toucher un public large et varié.

Cependant, la précision et les connaissances nécessaires à un travail rigoureux de reconstitution nécessitent une collaboration intense avec des spécialistes. C'est le dialogue entre archéologue, historien de l'art et infographiste qui a permis cette reconstitution en 3D et sa validité scientifique.

Nous envisageons de faire diffuser le film de la Rotonde des Valois à l'intérieur de la Basilique de Saint-Denis, à côté du tombeau d'Henri II et Catherine de Médicis.



1. **Wyss, Michael** (directeur). *Atlas historique de Saint-Denis, des origines au XVIIIe siècle*, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1996.

2. **de Boislisle, Arthur Michel**. *Mémoire de la Société de l'Histoire de Paris et de l'île de France, vol III, Sépulture des Valois à Saint Denis*, 1876.

3. **Frommel, Sabine** (directrice). *Francesco Primaticcio architetto*, Electa, 2005.

4. **Guindon, Marc-André**. *Learning Autodesk Maya 2008, The Special Effects Handbook*, Autodesk, 2007.