

# OUTILS NUMÉRIQUES ET PATRIMOINE ARCHITECTURAL

## CLOÎTRE DE L'ABBAYE DE SAINT GUILHEM LE DÉSERT



Le Cloître de l'Abbaye de Saint-Guilhem-le-Désert.  
*Restitution 3d de l'état actuel et reconstitution numérique  
du cloître au XIIème siècle.*

### L'ABBAYE DE GELLONE

Peu de monuments romans ont connu un destin aussi étrange et tourmenté que le cloître de Saint-Guilhem-le-Désert. Dépecé et vendu par morceaux au XIXe siècle, exporté et reconstruit partiellement au début du XXe siècle, il ne subsiste plus aujourd'hui dans le vallon de Gellone que deux galeries restaurées sur les huit que comptait le cloître. Son décor sculpté recensé est à présent dispersé entre le musée des cloîtres de New York, la Société Archéologique de Montpellier et le Musée lapidaire de Saint-Guilhem-le-Désert.

Cette situation a priori irréversible confère aux restitutions virtuelles le grand intérêt de ramener dans un même espace l'ensemble des éléments dispersés permettant ainsi au public d'en apprécier toute la richesse comme aux chercheurs d'en poursuivre l'étude de façon renouvelée.

Dans le cadre du programme 3D-Monuments et avec le soutien financier du Plan de numérisation du ministère de la Culture et de la Communication et du CNRS, l'UMR MAP a réalisé la modélisation 3D du cloître ainsi que de tous les éléments dispersés. Ce travail interdisciplinaire s'appuyant sur des techniques les plus évoluées de relevé et représentation numérique de l'architecture et sur les travaux les plus récents des historiens permet d'expérimenter de nouveaux supports pour la documentation et la valorisation du patrimoine bâti.

Ce document présente de façon synthétique les principales étapes de la démarche adoptée.

### LE PROJET DE NUMÉRISATION 3D DU PATRIMOINE

Les technologies multimédias offrent au monde culturel des possibilités nouvelles d'échange, de création, d'éducation et de partage des connaissances permettant d'élargir considérablement l'accès à la culture et au patrimoine.

Soulignant l'importance du développement d'une offre de contenus culturels riche et plurielle sur les nouveaux médias, le ministère de la Culture et de la Communication a proposé dans le cadre de son plan de numérisation du patrimoine culturel, le lancement d'un projet coordonné de numérisation en trois dimensions des grands monuments français : le programme 3D-Monuments.

Le laboratoire MAP - Modèles et simulations pour l'Architecture, l'urbanisme et le Paysage, Unité Mixte de Recherche du CNRS et du ministère de la Culture et de la Communication, développe et expérimente de nouvelles méthodes et de nouveaux outils pour relever, représenter, valoriser et diffuser le patrimoine bâti.

S'appuyant sur les techniques de relevé par balayage laser et photo-modélisation, la numérisation 3D répond aujourd'hui à deux préoccupations : la conservation, par la prise "d'empreintes numériques" et la valorisation, par sa capacité à donner à voir et à comprendre au plus grand nombre l'objet étudié.



*Nuage de points produit lors de la campagne de relevé à l'aide d'un scanner laser 3D.*

## RELEVÉ ARCHITECTURAL

En février 2006, une campagne de relevé architectural a été conduite dans le cloître en prenant en compte deux aspects principaux :

- l'acquisition des informations métriques représentant la forme et les dimensions des éléments composant l'objet étudié à l'aide d'un scanner laser 3D à longue portée ;
- l'acquisition des informations photométriques représentant l'apparence visuelle et l'état de conservation des matériaux à l'aide d'appareils photo numériques.

## RESTITUTION TRIDIMENSIONNELLE

Les données acquises en phase de relevé (26 millions de coordonnées 3D et 2000 photographies) ont constitué les sources utilisées pour la modélisation géométrique.

Quatre phases distinctes (a,b,c,d) ont permis de reconstruire en trois dimensions le cloître avec une précision centimétrique depuis l'analyse métrique des volumes jusqu'à la représentation de l'apparence visuelle des détails.



*Restitution numérique 3D de l'état actuel.*

## RELEVÉ DES ÉLÉMENTS SCULPTÉS

À côté de la numérisation des volumes architecturaux encore en place à Saint-Guilhem-le-Désert, le projet s'est intéressé au relevé des éléments sculptés du cloître aujourd'hui conservés dans trois différents musées.

Pour cette étape un scanner laser 3D à triangulation optique a été utilisé pour acquérir la géométrie et la texture des formes avec une précision millimétrique.

Au total 187 éléments ont été numérisés entre la France et les États-Unis. Les modèles numériques sont constitués chacun d'un maillage allant de 100.000 à 400.000 polygones.

Cette étape vise à réunir dans un espace virtuel un ensemble significatif d'éléments représentant l'état des galeries sud et est du cloître au XIIe siècle.



*Numérisation d'éléments sculptés.*

### MUSÉE DES CLOÎTRES DE NEW YORK

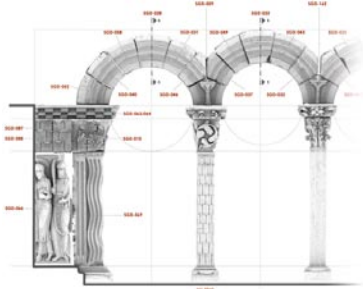
Novembre 2006. Numérisation de vingt-quatre ensembles - bases, fûts, chapiteaux, tailloirs et pilastres - au musée des Cloîtres (Metropolitan Museum of Art), New York.

### MUSÉE LAPIDAIRE DE ST GUILHEM LE DÉSERT

Décembre 2006. Numérisation d'éléments de différent type : claveaux, sommiers, contre-sommiers, impostes, tailloirs, chapiteaux, reliefs décor de pilier, pilastres géminés, fûts et bases.

### SOCIÉTÉ ARCHÉOLOGIQUE DE MONTPELLIER

Avril 2007. Numérisation des trois éléments de décor du pilier de l'angle sud-est du cloître, la Traditio Legis.



*Arcs reconstitués par anastylose numérique.*

## ANASTYLOSE VIRTUELLE DES FRAGMENTS

La numérisation des éléments conservés actuellement dans les trois différents musées a permis de constituer une base de données qui associe à la description des éléments dispersés une représentation géométrique détaillée à partir de laquelle il est possible de conduire différents types d'analyse.

Le niveau de précision métrique obtenu par le relevé laser permet ainsi de conduire des comparaisons dimensionnelles autorisant l'élaboration d'une véritable anastylose virtuelle : la reconstruction des arcades des galeries disparues grâce à l'étude méthodique de l'ajustement des éléments qui les composent.

## RECONSTITUTION NUMÉRIQUE DU CLOÎTRE

Les données recueillies et produites pendant les étapes de ce projet sont enfin intégrées à l'intérieur d'un dispositif de représentation qui associe la géométrie restituée à partir de la numérisation des objets réels à celle élaborée en interprétant les hypothèses formulées par les historiens : la représentation de l'état des galeries sud et est au XII<sup>e</sup> siècle est ainsi superposée à l'état actuel du cloître.



*Reconstitution numérique du cloître au XII<sup>e</sup> siècle.*

## UNE BASE DE DONNÉES SUR INTERNET

Les niveaux de précision et d'exhaustivité obtenus en phase de numérisation du réel, tant à l'échelle de l'architecture que de la sculpture, confèrent aux modèles numériques la capacité de fournir à tout moment des informations dimensionnelles extrêmement détaillées.

Ce projet a été l'occasion d'appliquer pour la première fois une méthodologie complète de structuration d'informations hétérogènes (métriques, morphologiques, géométriques, descriptives) au sein d'une base de données accessible sur Internet. Un tel système pourrait ainsi devenir demain un outil de référence pour analyser les objets en les manipulant à distance.



*Maquettes physiques des éléments numérisés.*

## IMPRESSION 3D DES ÉLÉMENTS

La manipulation dans l'espace de formes virtuelles a par contre ses limites. C'est la raison pour laquelle dans la phase finale de ce projet, grâce à une aide de la région PACA, un intérêt particulier a été porté aux outils les plus récents d'impression 3D. L'impression 3D est une technologie de prototypage rapide qui permet de générer un objet réel à partir d'un fichier numérique en le découpant en tranches d'un ou deux dixièmes de millimètre d'épaisseur puis en solidifiant la matière, couche par couche, pour finalement obtenir un objet physique.

Cette technologie ouvre des perspectives prometteuses en matière d'anastylose car elle permet de raisonner en utilisant des maquettes "physiques" reproduisant fidèlement les moindres détails des objets réels éléments de la reconstitution étudiée.



*Reconstitution numérique  
des galeries Sud et Est.*

## LES GALERIES RECONSTITUÉES

Au-delà de sa capacité de visualisation, la maquette virtuelle ainsi produite a vocation à devenir un outil de navigation interdisciplinaire dans le jeu des données hétérogènes aujourd'hui réparties entre diverses institutions.

Fondé sur une phase de relevé architectural et de structuration approfondie des connaissances, ce projet qui s'appuie sur différents travaux de recherche en cours dans le laboratoire, permet de jeter les bases d'un système d'informations spatio-temporel à l'échelle architecturale, système multi-acteurs jouant sur le long terme le double rôle d'outil de médiation culturelle et de plateforme d'investigation scientifique de l'abbaye de Saint-Guilhem-le-Désert.

Le laboratoire MAP tient à remercier pour leur aide constante tout au long de ce projet :

Daniel KUENTZ,  
 Vice-président de l'Association "Le Désert Imaginaire"  
 Géraldine MALLET,  
 Maître de Conférence à l'Université Paul Valéry Montpellier III  
 Hélène PALOUZIÉ,  
 Conservateur, DRAC Languedoc Roussillon  
 Jean-Claude RICHARD,  
 Premier adjoint au Maire de St Guilhem le Désert

Pour leur accueil lors des campagnes de numérisation des éléments : la Mairie de Saint-Guilhem-le-Désert, le Carmel Saint Joseph de St Guilhem le Désert, The Cloisters - Metropolitan Museum of Art de New York, la Société Archéologique de Montpellier.

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

### DIRECTION SCIENTIFIQUE

Michel BERTHELOT

### COORDINATION

Livio DE LUCA

### RELEVÉ ET MODÉLISATION 3D

Tudor DRISCU, Émilie PEYROLS

### ÉLABORATIONS

### GRAPHIQUES 2D ET 3D

Chawee BUSAYARAT,

Livio DE LUCA

### PROTOTYPAGE 3D

Chiara STEFANI

### CONSEIL HISTORIQUE

Dominique LABROSSE