

RESTITUTION DE L'ETAT POSTREVOLUTIONNAIRE DE L'EGLISE DE LA CHARTREUSE PONTIFICALE DE VILLENEUVE-LES-AVIGNON (GARD) : ANALYSE DES SOURCES DOCUMENTAIRES ET REPRESENTATION DE L'INCERTITUDE

Aurélie Favre-Brun, Michel Florenzano, Livio de Luca

MAP FRE 3315 CNRS/MCC

ENS Architecture, 184 avenue de Luminy, 13288 Marseille cedex 09

aurelie.favre-brun@map.archi.fr

michel.florenzano@map.archi.fr

livio.deluca@map.archi.fr

Résumé

L'église de la chartreuse pontificale de Villeneuve-lès-Avignon (Gard) a été le théâtre de campagnes de relevés visant à reconstruire en 3D son état actuel, puis à proposer une restitution de son décor au XVIII^e siècle.

Cet établissement du XIV^e siècle a subi de nombreux bouleversements tout au long de son existence, telle que son église sur laquelle nous avons concentré notre étude. Construite en plusieurs temps, elle a atteint son apogée au XVIII^e siècle avant d'être vendue et occupée par une population pauvre. Le XX^e siècle marque sa renaissance à travers les campagnes de restaurations et sa nouvelle vocation de lieu d'accueil pour des artistes et des expositions.

A l'image de ce site historique, l'analyse des sources documentaires est une étape primordiale pour le travail de restitution tridimensionnelle. Les informations transmises nécessitent un examen approfondi afin d'en déterminer leur fiabilité.

La maquette numérique 3D produite, proposant une hypothèse de restitution du décor de l'église, sert de support interactif et visuel à la réflexion menée sur la représentation et la visualisation de l'incertitude. L'analyse de la crédibilité des sources documentaires et la pertinence des outils techniques employés ont conduit à des résultats qui doivent être poursuivis.

Mots clés : maquette numérique 3D, visualisation de l'incertitude, sources documentaires, base de données.

Abstract

Campaigns of digital and photographic surveys concerning the church of the Chartreuse of Villeneuve-lès-Avignon (Gard, France) were begun since 2007. The aim of our project was to rebuild the actual state of this building and propose a restitution of his baroque decoration.

This carthusian establishment was transformed at several times, like its church which we focused our study. Built in many times, it reaches its peak in XVIIIth century, then it was sold, divided and occupied by poor local families. The XXth century is the Chartreuse's rebirth through expropriations and restoration campaigns. Today, it's a cultural place with expositions and artists in residence.

As this historical site, analysis of documentary sources is the first essential step to realize a three-dimensional restitution. Informations transmitted require a long exam to define the reliability which we can accord to them.

The digital model produced, which proposed an hypothetical restoration of the church, is the virtual and interactive display of the reflection on the representation and the visualization of the uncertainty. The credibility analysis of documentary sources and adequacy of technical tools used led to results that should be examined further.

Keywords: digital 3D mock-up, visualization of uncertainty, documentary sources, data base.

Introduction

La connaissance de notre patrimoine passe par l'étude des sources documentaires, plus ou moins riches et variées selon les époques et les sites. La forme de cette documentation peut être très diversifiée : croquis, photographies, textes, documents audiovisuels, relevés d'architectes ou d'archéologues, etc. Les nouveaux outils technologiques permettent d'obtenir de nouvelles formes de documents tels que des nuages de points résultant de relevés lasergrammétriques, des maquettes numériques 3D ou des données métriques issues de relevés au tachéomètre laser.

L'analyse et la classification de la documentation, sous la forme d'une base de données, permettent un meilleur traitement de l'information. Le système d'informations NUBES¹, développé au laboratoire MAP, est un exemple concret du lien établi entre les informations et leur représentation.

Dans le cadre du programme 3D[Monuments]² piloté par le Ministère de la Culture et de la Communication, un travail d'étude et de restitution a été mené sur l'église de la chartreuse pontificale de Villeneuve-lès-Avignon (Gard). Une maquette numérique 3D de l'état actuel de l'édifice a été produite dans un premier temps. Puis, une restitution hypothétique de son état en 1791 a été réalisée, proposant la reconstruction du chœur et la réimplantation virtuelle des peintures et du mobilier liturgique. Un dispositif interactif 3D temps réel a été développé et installé dans le circuit de visite de la chartreuse. Ce site a été choisi comme terrain d'expérimentation privilégié pour l'étude de l'incertitude des sources documentaires dans le cadre d'une thèse de doctorat.

La maquette numérique 3D élaborée nous a conduit à nous interroger sur la fiabilité des informations transmises par les sources documentaires. L'élaboration de critères de confiance est en cours d'étude. De nombreuses expériences sur la fiabilité des données ont déjà été menées, notamment dans les domaines des sciences géographiques ou de la modélisation informationnelle pour lesquels la visualisation de l'incertitude des données est essentielle pour la représentation des informations.

Dans une première partie, nous introduisons notre propos par un bref historique du site de la chartreuse et une description des travaux numériques (relevés et modélisation) que nous avons menés. Nous nous intéresserons ensuite aux sources documentaires et à la structuration de la base de données. Enfin, nous présenterons l'avancement de nos recherches sur la représentation de l'incertitude des sources documentaires.

1. La chartreuse pontificale de Villeneuve-lès-Avignon

1.1. Historique

Etat 1 – palais cardinalice. Le cardinal Etienne Aubert possédait à Villeneuve un palais édifié à l'emplacement d'anciens domaines agricoles. En 1352, il succède au pape Clément VI et devient Innocent VI. Il acquiert de nouveaux terrains sur lesquels il étend son palais : il le dote d'une salle consistoriale (ou tinel) et d'une chapelle dédiée à saint Jean-Baptiste. Des fresques illustrant la vie de ce saint, réalisées vers 1355 par Matteo Giovannetti, ornaient les murs de ces deux salles. Elles sont considérées comme les ensembles peints les plus somptueux de la fin du Moyen-Age.

Etat 2 – fondation de la chartreuse. Le 2 juin 1356, une première chartreuse est fondée. De nouveaux terrains sont achetés afin d'agrandir les lieux et installer une première communauté composée d'une vingtaine de religieux et de laïcs. L'église accueille la messe de dédicace le 19 août 1358. En août 1362, le vocable de la chartreuse change et devient Notre-Dame du Val-de-Bénédiction. Innocent VI décède le 12 septembre 1362 : il est inhumé dans le tombeau installé dans la chapelle de la Trinité au sud-est de l'église.

Etat 3 – seconde fondation de la chartreuse. Etienne II Aubert (petit-neveu d'Innocent VI), puis Pierre de Monteruc (cardinal de Pampelune) poursuivent son œuvre et agrandissent la chartreuse ainsi que la communauté. Une charte de janvier 1372 mentionne la construction de nouveaux espaces. Déjà richement dotée du fait du statut de ses propriétaires successifs, la chartreuse hérite des biens de Pierre de Monteruc à sa mort en 1385. Jusqu'au XVII^e siècle, l'établissement religieux ne connaîtra que très peu de modifications.

Etat 4 – dernière phase de constructions (XVII^e siècle). La chartreuse, à son apogée, est la plus riche de France. Trois campagnes de travaux d'embellissement, réalisées entre la fin du XV^e siècle et le XVIII^e siècle, l'ont en partie remodelé.

Conséquences de la Révolution française (1789). A la suite de la Révolution, la chartreuse est vendue en tant que bien national. Les trésors qu'elle renferme sont recensés (GUIRAND, MERCURIN 1791) et en partie mis en dépôt à la collégiale de Villeneuve pour y être préservés. La communauté des moines chartreux est dissoute le 13 août 1792. La chartreuse est achetée et divisée en 17 lots, vendus et occupés par des particuliers qui contribuent à sa dégradation tout en préservant malgré tout les bâtiments. En 1904, la Commission des Monuments Historiques charge l'architecte Jules Formigé d'effectuer le relevé de la chartreuse. Cette mission est à l'origine des travaux de restauration entrepris par l'Etat à partir de 1909. La chartreuse est classée Monument Historique par arrêté du 5 juillet 1905. En 1948, les visiteurs pouvaient de nouveau découvrir le site. En 1973, un centre culturel s'installe dans les murs, orientant la suite des travaux de réfection. En 1976, le musée municipal Pierre de Luxembourg où sont exposés la plupart des tableaux.

¹ NUBES, An integrated platform for describing, analysing, documenting and sharing digital representations of heritage buildings (<http://www.map.archi.fr/nubes>).

² 3D[Monuments], Programme national de numérisation 3D du patrimoine (<http://www.map.archi.fr/3D-monuments/>).

Enfin, en 1980, le tinel est transformé en salle de spectacles. Depuis 1990, la chartreuse abrite le Centre National des Ecritures du Spectacle qui organise des expositions et accueille des artistes en résidence.

Il est difficile de dater avec précision les premières études menées sur la chartreuse. Depuis sa fondation au XIV^e siècle, elle a été abondamment documentée. Nous disposons à ce jour d'une grande variété de documents hétérogènes dans leurs formes et leurs contenus. Les documents collectés se composent de dessins, textes descriptifs (ANONYME S.D. ; GUIRAND, MERCURIN 1791 ; VALLA 1991), photographies, documents audiovisuels et enregistrements sonores³, correspondances, plans (Fig. 1), etc. Des études scientifiques récentes (rapports d'études archéologiques (NAGEL, URBAN 2005), monographies (SOURNIA, VAYSETTES 2006 ; PINIES 2010)) apportent des données plus précises produites par des techniques et des outils performants tels que les relevés lasergrammétriques et photogrammétriques. L'édifice lui-même ainsi que le mobilier archéologique sont également examinés, au même titre que les sources orales émanant de spécialistes scientifiques ou de personnes anonymes tels que les anciens « chartreux ».

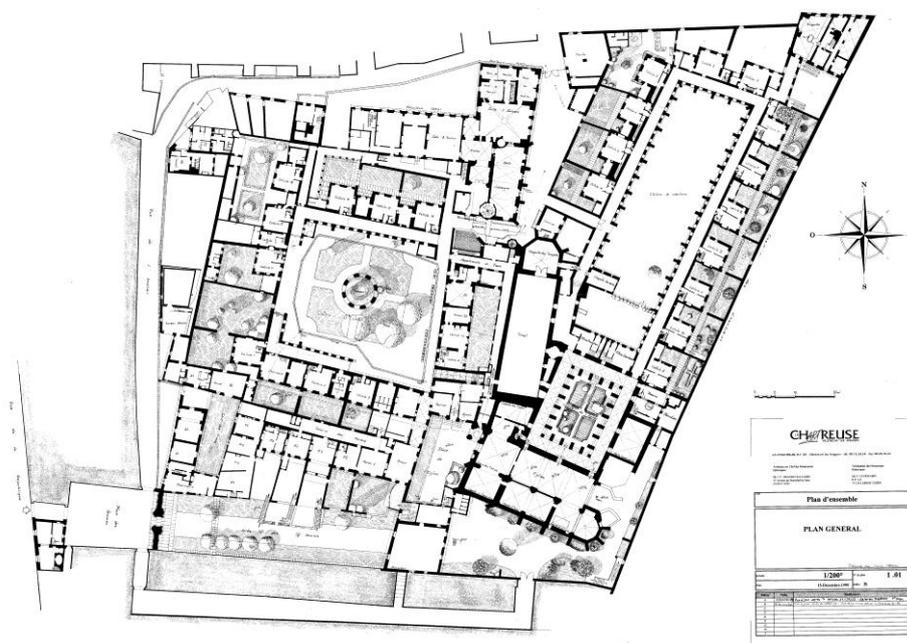


Fig. 1 : Plan actuel de la chartreuse de Villeneuve-lès-Avignon.

1.2. Reconstruction 3D et restitution hypothétique de l'église

L'expérience pluridisciplinaire réalisée depuis 2007 sur l'étude et la valorisation de l'église de la chartreuse a été menée par des archéologues, architectes, ingénieurs et historiens de l'art. Celle-ci a fait appel à la fois à des données numériques issues des campagnes de relevés 3D et à des sources documentaires. Le premier objectif était de réaliser une archive numérique de l'édifice en procédant à des relevés laser et photographiques. Dans un second temps, nous avons décidé de restituer l'église dans son état post-révolutionnaire (1791).

Le choix de l'étude s'est porté sur cet édifice en particulier pour deux raisons : il est largement documenté et offre de multiples possibilités de restitution (structures architecturales détruites, éléments décoratifs disparus). L'église se composait à l'origine d'une nef unique à laquelle ont été accolées deux chapelles funéraires au sud. Lors de la seconde fondation de la chartreuse, une travée supplémentaire est construite à l'ouest. Entre le XV^e et le XVIII^e siècle, des travaux d'embellissement transforment l'église en un lieu richement décoré (autels, retables et sols en marbre, peintures aux murs). Puis, la Révolution française marque le début de la lente dégradation de l'église (dispersion des objets liturgiques et décoratifs, destruction de l'édifice).

1.2.1. Traitement numérique des volumes actuels

Suite aux campagnes de relevés lasergrammétriques conduites par l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques depuis 2005, nous avons organisé nos propres campagnes d'acquisition, afin de numériser les éléments architecturaux absents de leurs relevés, ainsi que des objets de mobilier (le maître-autel notamment). Plusieurs scanners laser 3D ont été utilisés selon la complexité de l'objet : deux scanners longue distance (Mensi-Trimble GX et GS 200),

³ Site internet de l'Institut National de l'Audiovisuel (www.ina.fr).

un scanner à triangulation optique (Konica Minolta Vi-910) ainsi qu'un scanner à décalage de phases (FARO Photon). Les nuages de points acquis, composés de plusieurs millions de coordonnées, ont subi divers traitements (recalage, nettoyage, découpage, reconstruction) afin de restituer en 3D les volumes actuels de l'église ainsi que le maître-autel. Le tombeau d'Innocent VI a été relevé avec le scanner longue distance Trimble GX, paramétré pour une résolution plus dense, et modélisé selon un découpage sémantique (Fig. 2).

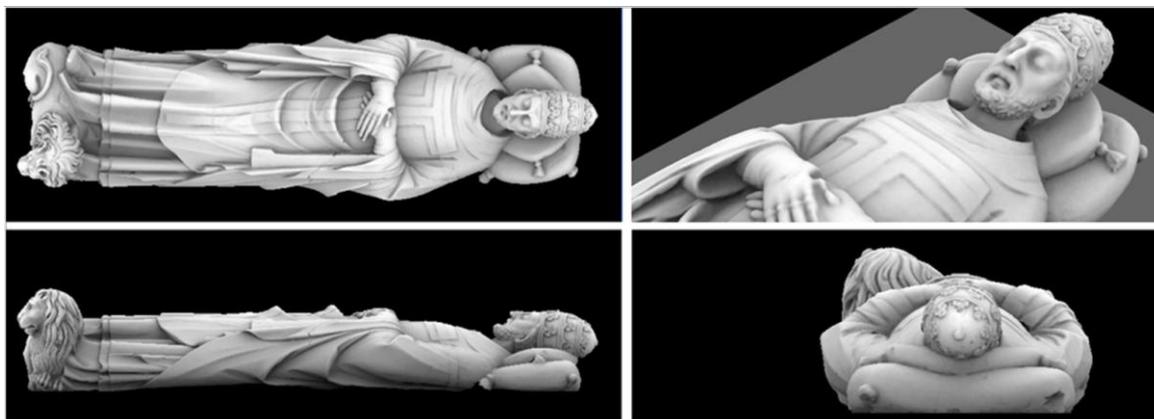


Figure 2 : modèle 3D du gisant du pape Innocent VI.

Nous avons également effectué une campagne de relevés photographiques panoramiques dans l'église. Un protocole d'acquisition a été établi pour réaliser des vues de l'espace sur 360°. Les images obtenues ont été traitées pour être utilisées dans le dispositif de visualisation 3D temps réel prévu. D'autres prises de vues des objets de mobilier existants ont été faites : les 17 peintures connues ont été photographiées en haute définition ; le bénitier a été photomodélisé, c'est-à-dire reconstruit en 3D à partir de photos calibrées et orientées ; enfin, le lutrin a été modélisé à partir de photographies associées à des documents textuels.

1.2.2. Proposition de restitution de l'état postrévolutionnaire

La restitution hypothétique envisagée, conduite en collaboration étroite avec les historiens du monument⁴, a porté sur la reconstruction du chœur effondré et la réimplantation virtuelle des éléments décoratifs (peintures et mobilier liturgique). Pour cela, nous nous sommes basés sur trois documents très détaillés : les *Comptes de la chartreuse* (ANONYME S.D.), une description de l'abbé Soumille de 1743 (VALLA 1991 : 387-400) et l'inventaire dressé en 1791 (GUIRAND, MERCURIN 1791).

A l'inverse des objets connus, ceux dont nous n'avons plus aucune trace (lampes, autels, stalles, etc.) ont été restitués à partir de sources textuelles complétées par des modèles existants ailleurs, contemporains de ceux de la chartreuse. Le croisement des données nous a ainsi permis de retrouver les élévations de trois structures : les murs séparateurs entre le chœur des Pères et les chapelles méridionales, le chœur et le jubé. Ces deux derniers éléments constituent deux cas d'analyses approfondis de notre étude sur l'incertitude des données. Nous pouvons en effet formuler plusieurs hypothèses de restitution à partir des nombreuses sources que nous possédons.

La maquette numérique 3D obtenue présente l'état de l'église en 1791 à la veille de la dispersion de ses biens. C'est cet état postrévolutionnaire que nous avons souhaité restituer.

La maquette est jugée satisfaisante dans l'état actuel de nos connaissances (Fig. 2). Des mises à jour sont régulièrement effectuées en fonction de l'évolution des sources documentaires.

⁴ Alain Girard, conservateur du musée d'art sacré (Pont-Saint-Esprit) et Jean-Louis Vayssettes, archéologue au Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon.



Fig. 2 : Hypothèse de restitution de l'église de la chartreuse en 1791 : chœur des Pères (à gauche) et chœur des Frères (à droite).

1.2.3. Dispositifs de visualisation

Un premier dispositif de visualisation réalisé à partir de la base de données 3D constituée par les sources documentaires, est basé sur l'hybridation réel/virtuel. Il s'agit de superposer à une image de l'état actuel une image calculée de l'état restitué issue de la maquette 3D (Fig. 3). La visite virtuelle a été développée dans le logiciel de création d'applications 3D temps réel Virtools. L'intérêt de cette visite interactive est de faire découvrir à l'utilisateur chaque espace de l'église sur 360°, dans son état actuel ou restitué. Cette application, installée à la chartreuse depuis mai 2009, est présentée dans le circuit de visite.

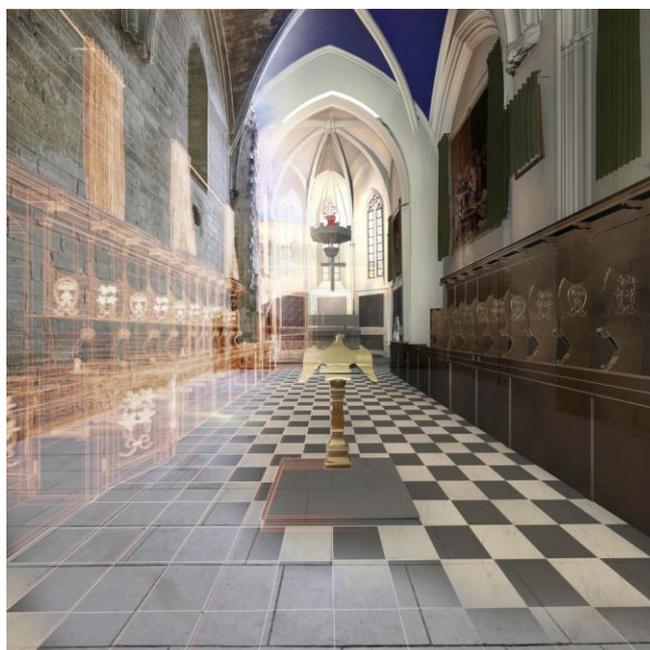


Fig. 3 : Le dispositif 3D interactif propose de découvrir l'église actuelle et restituée par un passage entre des images réelles et des images virtuelles.

Dans son état actuel, la maquette numérique hypothétique fait l'objet d'une expérimentation menée par trois laboratoires⁵. Il s'agit d'un dispositif de réalité augmentée, à l'échelle 1, projetant des images anamorphiques de la maquette 3D sur les murs de l'église. Le principe de l'anamorphose repose sur la correction de l'image depuis un point d'observation fixe (Fig. 4). L'objectif est, dans un premier temps, d'immerger le spectateur dans l'église de 1791, puis de le conduire vers une dématérialisation de l'image. De nouveaux tests viseront à paramétrer plusieurs points d'observation selon le déplacement du visiteur.

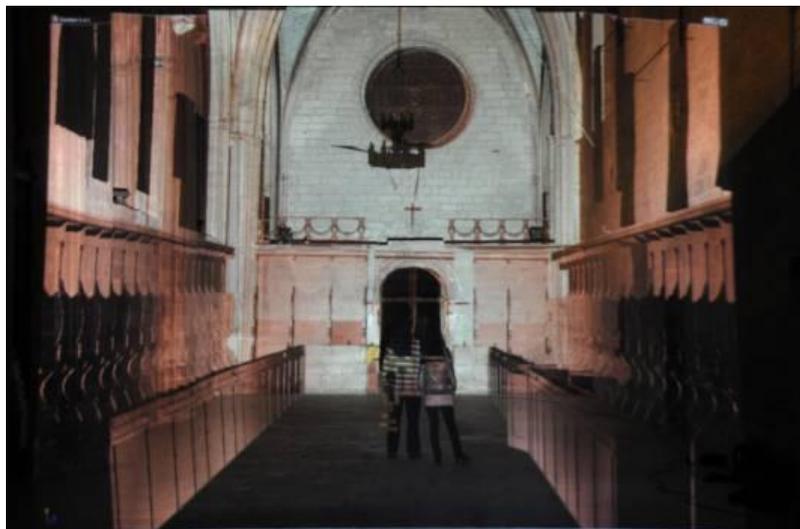


Fig. 4 : Projet expérimental *Genius Loci* : projection anamorphique à l'échelle 1 de la maquette numérique 3D. En se plaçant au point d'observation fixé au préalable, les images déformées donnent une illusion de volume.

Un second dispositif de visualisation a été développé afin de proposer une simulation 3D temps réel du tombeau d'Innocent VI, rendu inaccessible à la visite par une grille. L'application permet ainsi de découvrir les éléments architectoniques et statuaire de manière approchée.

2. Sources documentaires

Ce travail de restitution de l'église a suscité de nombreuses interrogations sur la fiabilité des sources documentaires utilisées. A ce jour, plusieurs centaines de documents concernant l'église et ses ornements ont été réunies à partir de sources documentaires papier et internet (téléchargement légal d'extraits d'ouvrages⁶ et d'images⁷). Ces sources sont complétées par les relevés numériques détaillés ci-dessus (photographies et nuages de points).

2.1. Etude des sources documentaires

La notion de « source documentaire » est définie comme étant tout type de document, quelque soit son support, qui contribue à la compréhension d'un fait, d'un site, d'un édifice. Dans le cadre de l'étude du patrimoine architectural, les sources utilisées pour comprendre l'évolution d'un édifice sont nombreuses et hétérogènes. Elles nécessitent un tri et une organisation pour un meilleur traitement. En nous fondant sur des thesaurus archivistiques, nous avons conçu une classification en six catégories :

Documents iconographiques : photographie (orthophotographie, plaque de verre, carte postale, ektachrome, diapositive, négatif), carte, plan (topographique, cadastral), relevé d'architecture et d'archéologie, tableau/peinture, relevé schématique (dessin, schéma, croquis), gravure/lithographie, document publicitaire (affiche, tract), brochure, catalogue, état parcellaire, portrait, timbre, matrice de Harris.

Documents sonores et audiovisuels : vidéo (film, reportage, documentaire), enregistrement sonore.

⁵ L'équipe Gamsau du MAP gère la projection d'un espace hypothétique dans un espace réel, le laboratoire LIMSI (équipe Vida) travaille sur l'interactivité entre les visiteurs et la représentation visuelle, et le laboratoire Victor Vérité réalise une scénographie culturelle et sensorielle.

⁶ www.gallica.fr – Bibliothèque numérique des collections numérisées de la Bibliothèque nationale de France.

⁷ Rubrique « Collections » du site <http://www.culture.fr> du Ministère de la Culture et de la Communication.

Sources orales : témoignage scientifique, témoignage/rumeur non scientifique.

Documents numériques : nuage de points, maquette 3D, base de données.

Documents matériels : maquette/modèle, reproduction (prototypage rapide par exemple), édifice (relève de l'archéologie du bâti), vestige archéologique/objet.

Documents textuels : ouvrage imprimé, périodique, compte-rendu (rapport, note), catalogue, bulle pontificale, correspondance, déclaration de travaux, coupure de presse, devis, inventaire, livre d'or, panneau d'exposition, presse institutionnelle, texte officiel (loi et arrêté), titre de propriété.

2.2. Constitution de la base de données documentaire

La base de données relationnelle mise en place réunit, pour chaque objet 3D de la maquette virtuelle, les informations issues des sources documentaires. Elle regroupe onze tables organisées autour des deux tables principales « objets 3D » et « sources » (Fig. 5) :

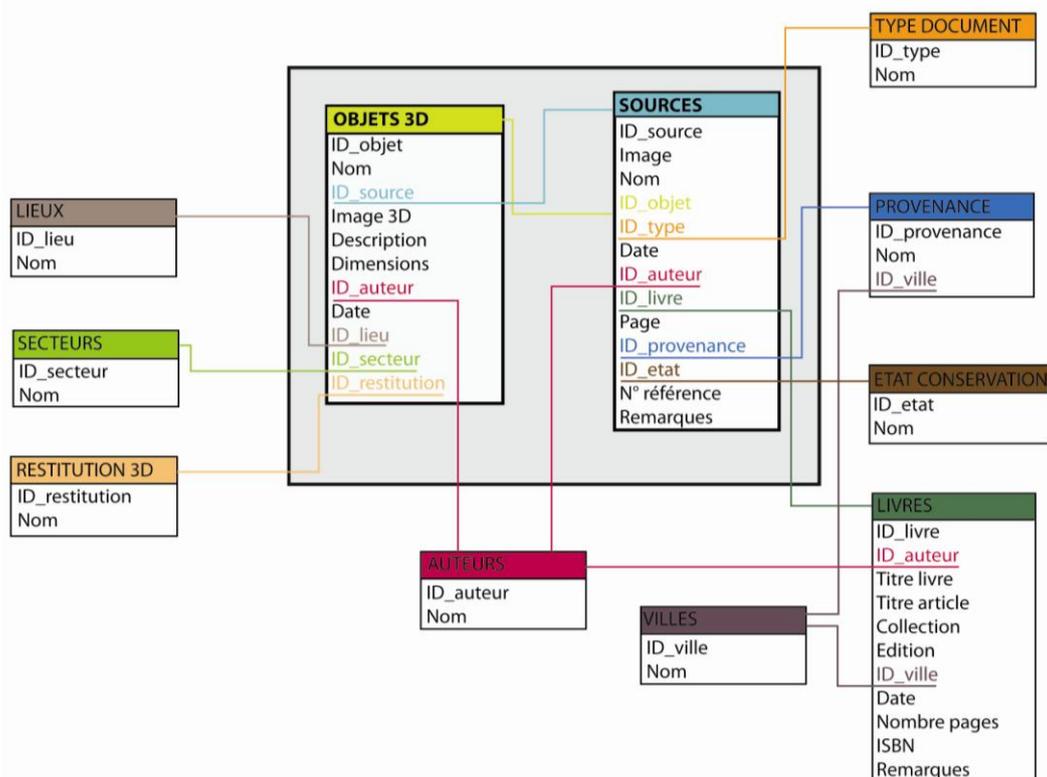


Fig. 5 : Organisation de la base de données documentaire.

Ce jeu de données a plusieurs objectifs. Il vise, avant tout, à structurer les informations dont nous disposons afin d'en avoir une meilleure lisibilité. L'interaction entre la maquette numérique 3D et la base de données permet d'accéder aux sources documentaires depuis les objets 3D, et inversement (STEFANI *et al.* 2010).

Enfin, elle doit permettre de gérer le niveau de confiance que l'on accorde aux sources documentaires qui argumentent le raisonnement de la restitution. Notre travail actuel porte sur la traduction graphique de cette « confiance ».

3. Représentation de l'incertitude

3.1. Etat de l'art

L'analyse de l'incertitude des données est une problématique récurrente dans de nombreux domaines, notamment en géographie pour la représentation cartographique des données au sein des SIG. Des dispositifs de représentation et des outils pour la visualisation des données et de leur incertitude ont été développés et appliqués dans divers contextes (urbanisme, militaire, météorologie). Plusieurs classifications de l'incertitude ont été définies, dont la typologie de (THOMSON 2004) qui compte neuf catégories : exactitude/erreur, précision, exhaustivité, cohérence,

filiation, crédibilité temporelle (actualité de la source), fiabilité de la source, objectivité, dépendance avec d'autres sources. La représentation graphique et visuelle des niveaux de fiabilité des données a également été étudiée. (BERTIN 1973) définit sept variables graphiques pour représenter l'incertitude dans des cartes géographiques : localisation, taille, valeur, texture, couleur, orientation et forme. D'autres recherches ont abouti à l'utilisation de nouvelles variables, notamment la saturation et le « focus » (netteté du contour, clarté du remplissage, brouillard et résolution) définis par (MACEACHREN 1992). Les conclusions des expériences menées nous apprennent que la saturation et la valeur de la couleur sont les deux seuls critères de visualisation des niveaux d'incertitude qui ont véritablement été approfondis, et qui s'avèrent donc être les meilleurs à ce jour.

Aujourd'hui, l'analyse des sources documentaires, et l'incertitude qui en découle, nécessite des recherches spécifiques plus approfondies. En effet, de nombreux paramètres font varier le degré de confiance que l'on accorde aux informations transmises par les documents historiques (auteur, contexte de création, type d'information diffusé, outils employés, etc.). Les sources étant à la base des restitutions, il est essentiel de déterminer la fiabilité des informations communiquées. Certains travaux de recherche se sont concentrés sur la représentation de l'incertitude au sein même de la maquette 3D. Les variables graphiques les plus courantes pour la mettre en évidence sont la transparence, les fausses couleurs, la variation de l'opacité, les types de rendus ou les effets *mouseover*, paramétrées selon le niveau de fiabilité. (STROTHOTTE *et al.* 1999) propose aux utilisateurs de son système de jouer sur l'épaisseur des lignes de dessin et la saturation selon le niveau de confiance. (KENSEK *et al.* 2004) présente un prototype de reconstitution virtuelle basé sur un vocabulaire sémantique associé à des variables multiples paramétrées selon la fiabilité des sources documentaires. Enfin, la réflexion sur la modélisation informationnelle du patrimoine architectural conduite par (BLAISE, DUDEK 2006) aboutit à l'élaboration de 14 règles (plus 1) réparties en quatre groupes : informations, modélisation, représentation et abstraction. Cette approche vise à montrer l'ensemble des connaissances sur un objet architectural par le biais d'un « indicateur de cohérence » constitué de symboles graphiques.

En plus de la création de marqueurs graphiques et visuels, la mise en place d'une base de données, liée au dispositif de visualisation, renseigne l'utilisateur sur la validité scientifique de la restitution virtuelle proposée.

2.2. Application à l'église

L'étude actuelle se concentre sur quatre éléments aux niveaux de connaissance disparates : le maître-autel, qui est un objet de mobilier parfaitement connu ; la porte de passage entre les chapelles de la Trinité et Saint-Michel pour laquelle nous avons une faible quantité de données ; et enfin, le jubé et l'ensemble architectural abside/clocher pour lesquels nous bénéficions de nombreuses informations contradictoires. Ces quatre objets ont été restitués selon les informations morphologiques et spatio-temporelles extraites des sources documentaires.

Nous cherchons à définir le degré de certitude de l'objet 3D restitué selon deux critères : son aspect morphologique et sa localisation dans l'espace. La dimension temporelle n'est, pour l'instant, pas prise en compte puisque la maquette virtuelle 3D actuelle représente l'église à un instant T (1791).

Le graphique de la (Fig. 6) est une proposition de visualisation de l'incertitude pour le maître-autel restitué en 3D. Il permet de voir rapidement le niveau de fiabilité accordé à chaque document d'après les informations spatio-morphologiques fournies par les sources. Les indicateurs graphiques déterminent le niveau de confiance attribué : un point rouge pour une information certaine, un point orange pour l'incertitude (données imprécises, incomplètes) et pas de point pour l'absence d'information.

Notre réflexion devra être approfondie, notamment sur la granularité de l'incertitude associée à des marqueurs visuels et graphiques (dégradé de couleurs, forme des « points », autre dispositif de visualisation, etc.). Les travaux cités précédemment donnent quelques pistes (saturation, transparence, taille, netteté de contour, etc.).



Fig.6 : Graphique de visualisation de l'incertitude appliqué à la restitution 3D du maître-autel. Ce graphique croise les sources documentaires (axe vertical) et les propriétés morphologiques et spatiales (axe horizontal). Il nous permet de voir rapidement le degré de confiance accordé à chaque document selon ces deux critères : un point rouge pour une information certaine ; un point orange pour une information incertaine (incomplète, imprécise) ; pas de point pour l'absence d'information.

Conclusion

Aujourd'hui, la mise en place de l'interaction maquette numérique 3D / base de données permet de tester différentes approches de représentation de la confiance des sources documentaires qui sont à la base des restitutions. Les pistes évoquées ci-dessus sont en cours de développement. Notre réflexion sur la représentation de l'incertitude des sources documentaires doit être affinée, tant par la définition de critères qui évaluent les niveaux de confiance, que par la mise en place de marqueurs graphiques et visuels qui doivent l'exprimer à l'utilisateur de la maquette (informaticien, architecte, archéologue, historien).

Bibliographie

ANONYME S.D.

Comptes de la chartreuse (AD 84, 1 J 412 – pièce 23).

BERTIN 1973

Bertin J. - *Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, Paris, 444 p.

BLAISE, DUDEK 2006

Blaise J.-Y., Dudek I. – *Modélisation informationnelle*, Marseille, UMR CNRS/MCC 694 MAP, 87 p.

FORMIGE 1909

Formigé J. - *Rapport sur la chartreuse de Villeneuve-lès-Avignon*.

GUIRAND, MERCURIN 1791

Guirand P. J. Fr., Mercurin Cl. B. - *Inventaire du mobilier des couvents et églises de Villeneuve-lès-Avignon dressé le 7 janvier 1791 (AD 30, H 327, f°23)*.

KENSEK *et al.* 2004

Kensek M. K., Swartz Dodd L., Cipolla N. - “Fantastic Reconstructions or Reconstructions of the Fantastic? Tracking and Presenting Ambiguity, Alternatives, and Documentation in Virtual Worlds”, in *Automation in Construction*, 13, 11 p.

MACEACHREN 1992

MacEachren A. M. - “Visualizing Uncertain Information”, in *Cartographic Perspective*, 13, 10 p.

MACEACHREN *et al.* 2005

MacEachren A. M., Robinson A., Hopper S., Gardner S., Murray R., Gahegan M., Hetzler E. – “Visualizing Geospatial Information Uncertainty: What We Know and What We Need to Know?”, in *Cartography and Geographic Information Science*, vol.32, no.3, 21 p.

NAGEL, URBAN 2005

Nagel E., Urban E. - *Baugeschichtliche Untersuchung eines Teils des ehemaligen Kartäuserklosters 'La Chartreuse du Val de Bénédiction' in Villeneuve-lès-Avignon, Frankreich*, 106 p., 28 planches et 94 relevés pierre à pierre.

PINIÈS 2010

Piniès J.-P. - *La chartreuse de Villeneuve. Métamorphoses d'un monument*, Jeanne Laffitte, 416 p.

SOURNIA, VAYSSETTES 2006

Sournia, B., Vayssettes, J.-L. - *Villeneuve-lès-Avignon, Histoire artistique et monumentale d'une villégiature pontificale*, Paris, Monum, 430 p.

STEFANI *et al.* 2010

Stefani Ch., De Luca L., Véron Ph., Florenzano M. - “Modeling buildings historical evolutions”, in *Proceedings of Focus K3D conference on Semantic 3D Media and Content*, 11-12 February 2010, INRIA Sophia Antipolis.

STROTHOTTE *et al.* 1999

Strothotte Th., Masuch M., Isenberg T. – “Visualizing Knowledge about Virtual Reconstructions of Ancient Architecture”, in *Proceedings Computer Graphics International*, IEEE Computer Society, Los Alamitos (California USA), 8 p.

THOMSON *et al.* 2005

Thomson J., Hetzler B., MacEachren A. M., Gahegan M., Pavel M. – “A Typology for Visualizing Uncertainty”, in *Proceedings, Conference on Visualization and Data Analysis 2005* (part of the IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging 2005), San Jose (California USA), 16-20 January 2005, 12 p.

VALLA 1991

Valla L. (abbé) - *Villeneuve-lès-Avignon. Guide du voyageur et notes historiques*, Montpellier, Manufacture de la Charité, 479 p.