

OUTILS D'EVALUATION DES PROCEDURES DE RELEVÉ INFORMATISEES

Responsable : Didier LAROCHE

Equipe : P. BACH

Etudiants du DEA "Modélisation et simulation des espaces bâtis"

La présence d'un outil d'acquisition laser 3D au laboratoire MAP permet de poursuivre les expériences menées ces dernières années, à l'instigation du Mécénat Technologique et Scientifique d'EDF, dans le domaine de l'enregistrement numérique des objets architecturaux.

L'outil concerne d'une part le capteur SOISIC (version longue distance), d'autre part son exploitation logicielle (logiciel 3Dipsos, version 2.0), tous deux mis au point par la société MENSI (?).

Rappelons que les opérations antérieures ont porté sur un échantillonnage varié de structures à caractère patrimonial : grotte Cosquer, Pont-Neuf à Paris, sanctuaire d'Athéna à Delphes... L'application à des sites reconnus d'intérêt historique est en effet une des directions évidentes de ces recherches, dans la mesure où il s'agit de structures pour lesquelles la documentation graphique fait défaut – ou reste lacunaire – et pour lesquelles cette documentation constitue un préalable indispensable à l'analyse et à l'intervention physique (conservation, protection, mise en valeur...).

Au sein de l'équipe du MAP-CRAI-Strasbourg (?), mais avec l'aide de l'équipe nancéienne qui assure la maintenance du matériel, nous avons engagé une série d'opérations qui visent plusieurs objectifs :

- optimiser les procédures de saisie 3D en fonction des caractéristiques matérielles et logicielles de l'outil 3D,
- évaluer l'adéquation du système aux différents cas de figure qui se présentent dans le domaine du bâti ancien,
- proposer un cahier des charges destiné à pallier les défauts constatés, ou à améliorer les procédures de saisie ou de traitement logiciel.

Le travail porte actuellement sur la cathédrale de Strasbourg, dans le cadre d'une action de partenariat entre l'École d'architecture de Strasbourg, l'Œuvre Notre-Dame, institution ancestrale partiellement en charge des travaux de restauration, ainsi que l'État, propriétaire du bâtiment classé monument historique.

Des actions complémentaires sont engagées, concernant la collection d'antiques de l'Université Marc-Bloch.

? [http : //perso.wanadoo.fr/mensi/](http://perso.wanadoo.fr/mensi/)

? Les acteurs actuels de ce travail sont Ph. Bach et D. Laroche, enseignants-chercheurs au MAP-CRAI, assistés de stagiaires du DEA " Modélisations et simulations des espaces bâtis ".

1. Objectifs

Le capteur SOISIC et le logiciel 3Dipsos ont été développés dans le but de fournir un outil de modélisation rapide et précis de centrales nucléaires. Malgré la similarité apparente de ce champ d'application (l'architecture), le caractère très particulier du domaine d'exploitation défini par EDF a conduit les concepteurs de la société MENSI à développer des procédures de traitement spécifiques à la nature des infrastructures concernées. Pour simplifier, on peut dire que le scanner est utilisé pour déterminer la géométrie exacte des installations, alors que le logiciel permet de transformer cette information (nuages de points) en composants géométriques simples aptes à fournir un modèle 3D utilisable pour des travaux de maintenance des sites.

L'application de cette technique parfaitement maîtrisée à l'architecture ancienne (avec une fourchette chronologique considérable, puisque la grotte Cosquer date de – 18.500 !) pose des problèmes particuliers qui relèvent à la fois de l'usage que l'on assigne aux relevés que des caractères propres aux structures étudiées.

2. Le programme d'étude strasbourgeois

La cathédrale de Strasbourg, édifice emblématique de l'histoire de l'architecture, offre de nombreuses pistes d'investigation, qui devraient faire du travail engagé par le MAP-CRAI un élément majeur d'évaluation de l'outil scanner dans le domaine des Monuments Historiques. Par ailleurs, les services informatiques de l'Œuvre Notre-Dame réalisent actuellement une modélisation 3D de l'édifice, ce qui doit nous permettre de tester les procédures d'intégration des relevés effectués dans une modélisation traditionnelle (3DSMax).

Pour cette première phase, qui se veut expérimentale, nous avons défini des cas de figure de nature variée, afin de couvrir le champ d'application potentiel de l'architecture ancienne. Quatre axes de recherches sont privilégiés :

2.1. La statuaire.

Présente dans un très grand nombre d'édifices historiques (de l'antiquité au XIXe siècle), la statuaire se caractérise par une quasi impossibilité de ramener sa géométrie à des composants géométriques simples. C'est la raison pour laquelle, il n'existe, en dehors des expériences tentées lors du programme de Delphes, aucune représentation informatique satisfaisante d'édifices incluant des sculptures. Un premier objectif consiste donc à évaluer les problèmes dus à l'import des relevés (poids des fichiers, homogénéité de la représentation...).

L'activité de l'Œuvre Notre-Dame dans le domaine de la taille de pierre offre un autre champ d'application du relevé scanner. La réalisation de copies de la statuaire, consécutive d'une politique de mise à l'abri des pièces originales, mais également de la pollution de l'air, s'effectue selon des moyens traditionnels qui accordent une place prépondérante au savoir-faire des sculpteurs. Personne n'est à même d'évaluer précisément l'exactitude des copies, qui dans certains cas ont conduit à plusieurs générations depuis l'œuvre originale. Le cas d'une des plus fameuses sculptures, la Synagogue, doit nous permettre de rendre compte, par comparaison des relevés effectués sur ses différentes versions, de l'imprécision éventuelle dans la réalisation de fac-similés.

Cette même statue doit également servir d'exemple pour tester le relevé comme outil d'analyse stylistique (ici dans la problématique d'une éventuelle parenté avec la statuaire de Reims) en en proposant des schémas de composition tridimensionnels.

Les premiers essais réalisés s'attachent à étalonner les résultats (au niveau des nuages de points ainsi qu'après facetisation) obtenus en fonction de la précision des maillages demandée, des conditions de la prise de vue, du nombre et des angles de points de vue, des procédures de consolidation, de simplification ou de lissage offertes par 3Dipsos. Tous ces paramètres, qui peuvent modifier le temps de saisie dans des rapports très élevés, doivent être confrontés, afin d'arriver au résultat souhaité en terme d'exploitation ultérieure.

2.2. Eléments architectoniques complexes.

La modélisation en cours de la cathédrale a fait apparaître les limites des méthodes de description ou de représentation d'éléments complexes : modénatures, sculpture architecturale, etc. Seules des procédures de *mapping* permettent actuellement d'intégrer, par exemple, un chapiteau roman dans son contexte. Il ne saurait pourtant être question, en raison de la masse d'éléments concernés, d'utiliser directement les relevés importés comme cela peut être envisagé dans le cas de la statuaire. Cela d'autant plus que ces éléments, répétitifs, résultent d'un épannelage volumétrique qu'il est indispensable de comprendre et de restituer selon une logique architecturale.

Là aussi, le travail effectué au sein de l'atelier des tailleurs de pierre de l'Œuvre Notre-Dame pourra tirer parti du relevé tridimensionnel effectué à partir des blocs originaux. L'informatisation en cours de ces ateliers (sous Autocad) reste en effet confinée à des épures bidimensionnelles héritées des anciens gabarits traditionnels. La taille de pierre assistée par ordinateur, qui est aujourd'hui une réalité, devrait bénéficier des perspectives offertes par les scanners.

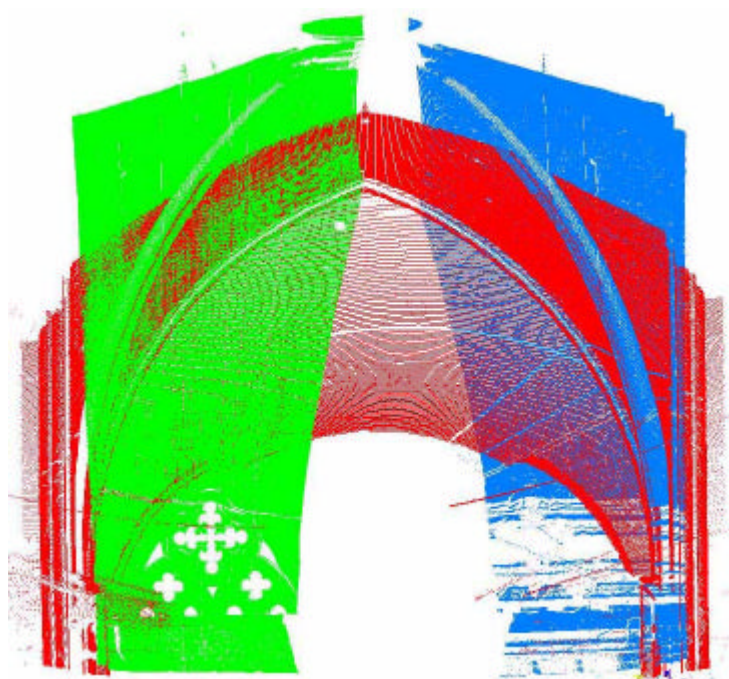


Figure 1 : nuages de points des voûtes de la nef

Dans le cas de la cathédrale, nous avons choisi de porter nos efforts sur la crypte d'époque romane, pour des raisons d'intérêt historique (étude des états primitifs) aussi bien qu'en raison des limites raisonnables des vestiges concernés.

Cette partie de l'étude vise à améliorer les procédures de description des volumes sous 3Dipsos, qui se résument pour l'instant à des figures relativement sommaires (cylindres, cônes, tores, etc), insuffisantes pour rendre compte de la réalité spatiale des composants courants de l'architecture médiévale.

La participation ultérieure d'étudiants doctorants

informaticiens sera indispensable au sein du laboratoire pour mettre en œuvre les procédures visant à enrichir les fonctions actuelles du logiciel.

2.3. Volumétries gauches

Les intervenants dans le domaine de l'architecture ancienne utilisent depuis longtemps la photogrammétrie afin de rendre compte des surfaces gauches, si fréquentes dans l'architecture médiévale. L'outil scanner ne pourra prétendre rivaliser avec la photogrammétrie que lorsque seront mises au point des passerelles fonctionnelles entre le relevé en nuage des points et la définition informatique des surfaces irrégulières. Les voûtes de la cathédrale de Strasbourg sont un excellent champ d'expérimentation de ces techniques puisque, construites en théorie sur des volumétries relativement simples, elles présentent en réalité des déformations systématiques dues en partie à des impératifs de chantier (en général des reprises de substructions antérieures) ou à des altérations causées par le temps (tassement des fondations sur pieux). Les relevés photogrammétriques réalisés il y a plusieurs années pourront être comparés aux résultats obtenus par balayage laser.

2.4. Enregistrement des aspects de surface

Le relevé de la grotte Cosquer avait déjà mis en œuvre les capacités de texturage offertes grâce à la caméra vidéo couplée au capteur SOISIC. Cet apport est rarement utilisé du fait de la rareté des surfaces d'origine dans bon nombre de monuments anciens. Le relevé en cours de plusieurs objets de la collection égyptienne de l'université Marc-Bloch à Strasbourg vise à évaluer la précision du report des couleurs, magnifiquement conservées sur certains de ces objets (masques peints du Fayoum, coffret canope d'époque pharaonique).

Ce domaine est particulièrement important du fait de l'impossibilité, en raison de leur fragilité, de procéder à des moulages matériels sur ces objets. La complexité des surfaces limite également, pour ce type d'objet, le recours à la photographie. L'outil scanner devrait donc fournir un moyen précieux d'archiver des artefacts menacés par l'altération due à la lumière ambiante.

3. Perspectives de développement des travaux menés au sein du laboratoire MAP-CRAI-Strasbourg

Le programme de travail initié à Strasbourg s'appuie sur des compétences propres à cette école. La présence de la formation post-diplôme "architecture et archéologie" devrait consolider la problématique propre aux premiers travaux de recherche entrepris autour de l'exploitation du scanner SOISIC. Il s'agit en effet, non pas de vérifier les capacités d'un outil qui a déjà fait ses preuves, mais d'adapter à un domaine d'application extrêmement vaste (l'architecture ancienne) les procédures mises au point à des fins précises lors du développement de cette technologie sous l'égide d'EDF. Seule la collaboration des architectes, archéologues et historiens d'Art peut rendre opérationnelle des technologies encore confinées à des actions isolées et prestigieuses.