

Outils numériques et représentation de l'architecture patrimoniale

J.Y. Blaise

MAP-GAMSAU UMR CNRS 694

Les représentations du bâti qu'autorisent outils et de techniques numériques actuelles servent à l'évidence une forme de communication autour de l'édifice, mais qu'apportent t-elles en matière d'analyse de celui-ci ? En effet, la représentation de l'édifice peut, au-delà du champ de l'imagerie virtuelle, s'intégrer dans un dispositif d'étude du patrimoine bâti alliant restitutions en images de synthèse et gestion d'informations ; dispositif d'étude apte à rendre compte de la complexité tant formelle qu'historique de l'objet architectural. La représentation ne peut dès lors être abordée sans interroger le rapport de l'image et d'un modèle de l'édifice qu'elle figure.

Par ailleurs, Le champ du patrimoine architectural et urbain relève d'une approche pluridisciplinaire. A partir d'un postulat inscrivant l'architecture comme pratique et objet de connaissance, l'édifice est considéré, dans le cadre des recherches menées à l'UMR MAP (Modèles et simulation pour l'Architecture, l'urbanisme et le Paysage)¹, comme un terrain d'expérimentation pour l'élaboration de modèles et d'outils de simulation interdisciplinaires.

La définition d'un modèle fiable de l'objet architectural apparaît pour nous comme un préalable nécessaire si l'on souhaite représenter les connaissances associées à l'édifice, simuler son évolution, ou encore élaborer des moyens d'intervention. La représentation se comprend dès lors comme le point de vue de la morphologie sur un modèle architectural qui a également vocation à être exploité en vue de la constitution de banques de données patrimoniales. Dans ce cadre, la représentation tridimensionnelle de l'édifice devient le support privilégié de la recherche de documents ou d'informations relatives à l'édifice. La constitution de telles banques nécessite de structurer ces informations, de les stocker et de mettre en œuvre les outils de consultation correspondants. Elle nécessite enfin d'aborder la question de l'évolutivité du modèle et de la gestion des données patrimoniales aux différentes échelles (de l'édifice à l'urbain).

La problématique de la représentation de l'édifice fait donc pour nous référence à trois préoccupations distinctes :

- L'élaboration d'un modèle de l'objet
- La modélisation géométrique de celui-ci
- L'utilisation de la maquette numérique produite comme outil de navigation dans un système d'information dédié à l'édifice patrimonial.

Identification et organisation d'un corpus d'objets : le modèle

Elaborer un modèle architectural suppose de définir un ensemble de concepts aptes à représenter l'édifice étudié comme à faire l'objet d'une formalisation informatique.

Cette étape importante est le biais utilisé dans le cadre des travaux de l'UMR MAP pour instrumenter, par exemple, la formulation d'hypothèses de restitution puisque celles-ci s'appuient sur un ensemble d'*entités architecturales* prédéfinies. La

¹ <http://www.map.archi.fr>

modélisation du corpus architectural a ainsi comme objectif la détermination d'un ensemble de concepts univoques sur lesquels asseoir comparaisons et analyses du bâti. Ces éléments sont identifiés puis organisés en une hiérarchie d'objets (au sens de la programmation orientée objet). Dans ce formalisme de représentation des connaissances, un domaine est décrit par un ensemble de concepts individuels structurés par raffinements successifs. Notre travail se situe ici à l'intersection d'une instrumentation informatique et d'une analyse du corpus architectural (et des sources notamment bibliographiques qui le sous tendent).

L'édifice est décrit comme une collection d'objets élémentaires que nous appelons entités architecturales organisées par le biais de relations topologiques correspondant à une transcription en terme de géométrie du vocabulaire de l'architecte.

Chaque entité porte alors potentiellement un ensemble d'informations graphiques ou non graphiques permettant en particulier :

- de coupler sa représentation tridimensionnelle avec un ensemble de références bibliographiques la concernant,
- de coupler sa description morphologique théorique avec un outil de visualisation spécifique

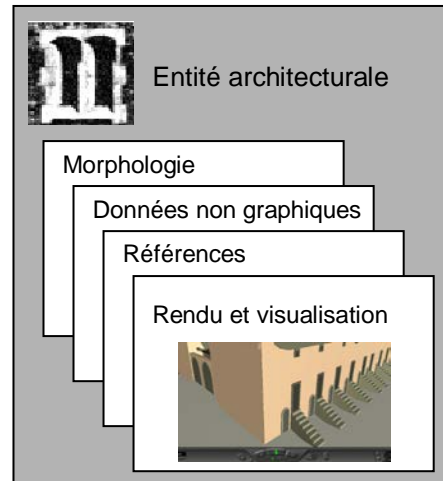


Figure 1: L'entité architecturale, un modèle multi-points de vue.

Modèle et expression graphique : la représentation dessinée

Le développement de modeleurs géométriques dédiés intégrant par exemple moteurs de rendus, modules paramétriques ou graphes hiérarchiques permet de typer morphologiquement les entités géométriques utilisées, accélérant d'autant la production de maquettes numériques figurant l'édifice. Le nombre et l'évolution des travaux que nous menons en imagerie de synthèse, en particulier sur l'architecture antique autour du bassin méditerranéen, témoignent du potentiel croissant de ces outils. La modélisation géométrique de la forme architecturale ou urbaine reste pourtant - même avec des logiciels puissants - une opération longue et souvent fastidieuse.

La formalisation d'un modèle architectural apte à générer sa représentation dessinée facilite cette opération. Mais cette modélisation a priori d'un corpus d'objets - et de règles d'assemblage les liant - reste un champ de recherche dans lequel les expérimentations se font autour de vocabulaires architecturaux spécifiques (édifices antiques, cité vieille de Cracovie). Un des objectifs de ces travaux est d'autoriser la construction de maquettes numériques issues d'outils de modélisation dans lesquels la primitive architecturale remplace ou complète la primitive géométrique. C'est par exemple le cas



Figure 3 : Reconstitution en images de synthèses (OUDHNA¹)

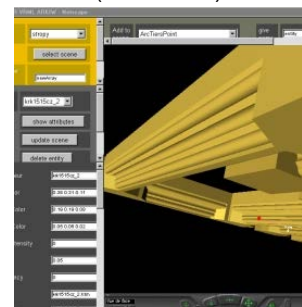


Figure 2 : Un modeleur architectural (scènes VRML , projet ARKIW)

du modeleur de scènes VRML développé pour le projet ARKIW², modeleur dans lequel la définition géométrique de l'objet est sous-jacente (intégrée au modèle).

Aujourd'hui, la production de maquettes numériques répond à des cahiers des charges distincts :

- Les maquettes en formats propriétaire (outils de CAO-DAO), produites à partir d'interfaces utilisateur faciles à prendre en main, permettent de produire des images de qualité mais n'intègre pas ou peu la notion de modèle.
- Les maquettes en formats dits d'échange ne restituent pas la richesse du modèle.
- Les maquettes en format standard pour le Web VRML (Virtual Reality Modelling Language, format de scènes 3D interactives en ASCII) sont potentiellement fidèles au modèle, indépendantes des applications de CAO DAO mais produisent des images de qualité moindre.
- Enfin, quel que soit le choix de plate-forme effectué se pose le problème du lien graphique / non graphique.

Une représentation sert donc bien un objectif, déterminant dans le choix de la méthode et de l'outil à privilégier, et constitue un résultat ponctuel à réintégrer dans un dispositif d'étude plus large de l'édifice. A titre d'exemple, dans le cadre d'études visant à simuler une hypothèse de restitution, la représentation géométrique exhaustive de l'édifice disparu se traduit essentiellement par la mise en évidence d'incohérences ou d'impossibilités dans les choix faits par les auteurs de l'hypothèse. Elle se traduit également par la nécessité pour l'auteur de l'hypothèse de dimensionner chaque élément de l'hypothèse et par conséquent de disposer de nouveaux éléments de comparaisons avec d'autres édifices de même type, maillon important du travail d'analyse de l'hypothèse. Utilisée comme moyen de simuler une hypothèse de restitution, la maquette numérique pose à l'auteur de l'hypothèse deux grandes familles de questions :



Figure 4 : La maquette numérique comme outil de simulation d'hypothèses de restitution (Ancien hôtel de ville de Cracovie)

- Validité de la représentation. On distingue ici exactitude géométrique de la maquette et validité architecturale de l'hypothèse. Dans le premier cas les problèmes posés seront par exemple la gestion des niveaux de détails ou encore la gestion du décor. Dans le second, c'est l'analyse architecturale de l'édifice figuré qui est en jeu : observation des incohérences, comparaisons, etc.
- Codification de la représentation. Le problème posé ici s'apparente à la définition de règles d'usages pour la simulation d'hypothèses de restitution en images de synthèse : comment signifier des notions telles que l'incertitude, l'incomplétude, etc., quelles solutions adopter pour lier la représentation géométrique de l'édifice au modèle architectural sous-jacent, pour la partager en réseau ?

Représentation et traitement d'informations patrimoniales

Si dans un SIG (Système d'Information Géographique) la carte sert d'interface de navigation dans un ensemble d'informations, la maquette numérique de l'édifice est aujourd'hui le plus souvent au mieux une des facettes d'un modèle architectural,

² ARKIW est un programme de coopération franco-polonais (UMR MAP-GAMSAU, iHAIKZ) soutenu par un Programme d'Actions Intégrées POLONIUM (MAE-CNRS / KBN), <http://alberti.gamsau.archi.fr>.

quand elle ne constitue pas une fin en soi. Pourtant, la définition d'un corpus tridimensionnel nous donne une réelle possibilité de construire la représentation de l'édifice comme une interface de navigation dans l'ensemble d'informations qui lui sont relatives.

Nous nous situons donc dans une démarche qui est celle des SIG classiques, information localisée, avec cependant deux exigences importantes : la troisième dimension, et la notion d'histoire ou d'évolution morphologique de l'édifice.

Rétablir le lien, au sein du système de gestion de données à élaborer, entre informations patrimoniales et données graphiques aux différentes échelles (de l'édifice au tissu urbain) nous semble aller dans le sens d'une meilleure représentation des connaissances sur le bâti. Représenter la ville, ses édifices, leurs liens et leurs histoires, est néanmoins une tâche complexe :

- Les données manipulées sont fortement hétérogènes: études patrimoniales, historiques ou archéologiques, représentations cartographiques, documents réglementaires, etc.
- La multiplicité des intervenants impose la prise en compte de points de vue différents et alourdit d'autant le poids des données à formaliser.
- Le modèle final doit rendre compte de la composante temporelle. Il représente, en effet, un état des connaissances sur la ville à un instant donné.

La superposition spatiale et temporelle des objets (un lieu, plusieurs édifices s'y succédant) est un angle d'analyse de l'édifice important mais difficile à mettre en œuvre. D'autre part la volonté d'associer au modèle architectural et urbain une maquette tridimensionnelle comme moyen privilégié d'accès aux informations introduit un niveau de complexité pour lequel les outils actuels ne suffisent pas. Notre approche, illustrée ici par un schéma de l'architecture logicielle mise en place dans le cadre du projet ARKIW, s'appuie aujourd'hui sur des formalismes informatiques complémentaires : Systèmes de Gestion de Bases de Données, Langages de Programmation Orientés Objets, réseau Internet, Modeleur VRML pour le Web, etc.



Figure 5 : La maquette VRML comme interface de navigation tridimensionnel (projet ARKIW)

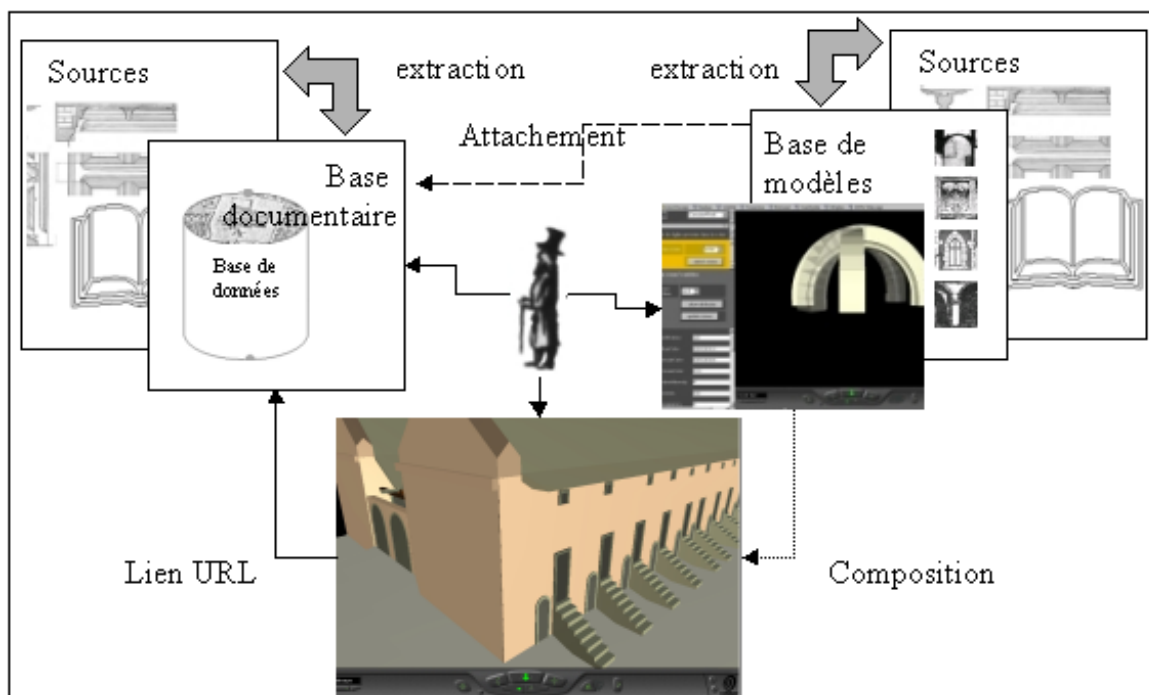


Figure 6: La représentation de l'édifice modélisé comme interface de navigation dans une base de données (projet ARKIW)

Représentation et gestion d'information : une perspective

En résumé L'objectif que nous poursuivons, i. e rendre compte d'un tissu urbain et de son évolution, passe par l'étude et la réalisation d'un système d'information fondé d'une part sur la formalisation de connaissances complexes et d'autre part sur leur disponibilité au sein de maquettes numériques 3D évolutives.

La conception d'un tel système induit plusieurs étapes, dont chacune relève de croisements de disciplines :

- Constitution du modèle de données
- Pertinence des représentations au regard des disciplines concernées
- Expression tridimensionnelle du modèle
- Gestion de l'évolutivité

La représentation y a vocation non seulement à figurer l'édifice (relevé ou restitué), mais à porter témoignage d'interprétations en fixant tant sur le plan formel qu'historique de possibles logiques de constitution et d'évolution.