

Règles d'identification et méthodes de visualisation d'objets architecturaux

Iwona Dudek*, Jean-Yves Blaise*

* UMR CNRS/MCC 694 MAP-gamsau
EAML 184, av. de Luminy 13288 Marseille Cedex 09 France
idu(jyb)@gamsau.map.archi.fr
<http://www.map.archi.fr>

Résumé. Dans l'étude du patrimoine bâti, la gestion d'informations pose aujourd'hui des problèmes d'interfaçage non triviaux, notamment par la masse, la diversité, la complexité et le caractère hétérogène des contenus. La représentation tridimensionnelle du tissu urbain à différentes échelles (de la ville au corpus architectural), parce qu'elle localise spatialement l'information à délivrer et l'attache à la morphologie de l'édifice, apparaît comme une des réponses possibles. Cette réponse semble par ailleurs bien adaptée aux problématiques spécifiques de l'analyse architecturale du patrimoine que sont par exemple la restitution d'édifices disparus (et les notions d'incertitude qui s'y attachent) ou le réemploi d'éléments de corpus. Pourtant, la représentation tridimensionnelle dans notre champ d'application est aujourd'hui loin de remplir ce rôle. Notre contribution vise à discuter quelques uns des pré-requis qui nous semblent s'imposer à la lumière de nos expériences pour faire de la maquette 3D un outil d'investigation des connaissances sur l'édifice.

1 Introduction

Dans le domaine d'application qui est le nôtre, il est tentant de tirer profit du caractère éminemment *spatial* des objets manipulés pour filtrer, organiser, visualiser les jeux de données attachés aux édifices. Cependant, l'aptitude d'une maquette numérique tridimensionnelle à servir de mode d'accès à un ensemble de sources documentaires dans ce qui serait un système d'informations à référencement spatial à l'échelle de l'architecture reste à évaluer. Il faut en effet pour cela que la maquette devienne une représentation interprétative et symbolique n'entretenant avec une réalité observée ou déduite qu'un rapport de confluence géométrique. Il faut entre autre qu'elle s'astreigne à une lisibilité qui est celle de la carte, support de connaissances à l'échelle du territoire.

Pas plus que la carte n'est le territoire, la maquette tridimensionnelle n'est l'édifice, quel que soit son niveau de détail. Mais là où la carte a depuis longtemps été adoptée comme une représentation codifiée dont la vocation est de témoigner d'une connaissance sur le territoire, et non de le singer, la maquette numérique tridimensionnelle de l'édifice ou de la ville reste aujourd'hui empreinte d'une grande ambiguïté. Calcul d'images photorealistes, placages de textures et autres dispositifs de *clonage superficiel* tendent vers un rapprochement trompeur entre l'objet observé et la connaissance que nous en avons, accréditant l'idée que la maquette "*est*" l'édifice. Ces techniques, loin d'être inutiles, fournissent incontestablement un puissant moyen d'évaluation morphologique de l'édifice en imposant une détermination géométrique. Néanmoins, par l'étroitesse du problème dont elles relèvent, elles ne sauraient tenir lieu de

représentations symboliques, interprétations finalisées se substituant à une réalité (RussoDosSantos 2001); et jouant le rôle pour le lieu architectural que la carte joue pour le lieu géographique. Il nous semble donc important aujourd'hui de faire émerger des dispositifs de représentation du patrimoine bâti pouvant servir de support au raisonnement et d'interface entre un champ d'investigation - la ville et ses édifices - et les connaissances hétérogènes qui s'y rattachent. Autrement dit, il nous semble important aujourd'hui de tenter d'utiliser la maquette, au delà d'un exercice de séduction, comme un outil de visualisation scientifique. Après un exposé rapide du problème posé, nous centrerons notre contribution sur trois aspects complémentaires : l'identification et l'organisation du corpus d'objets à représenter, la construction des maquettes puis leur utilisation comme interfaces. Nous ne détaillerons en revanche pas les expériences et implémentations successives pour lesquelles nous renvoyons à (Dudek et al, 2001) (Dudek et al, 2002) et (Dudek et al, 2003).

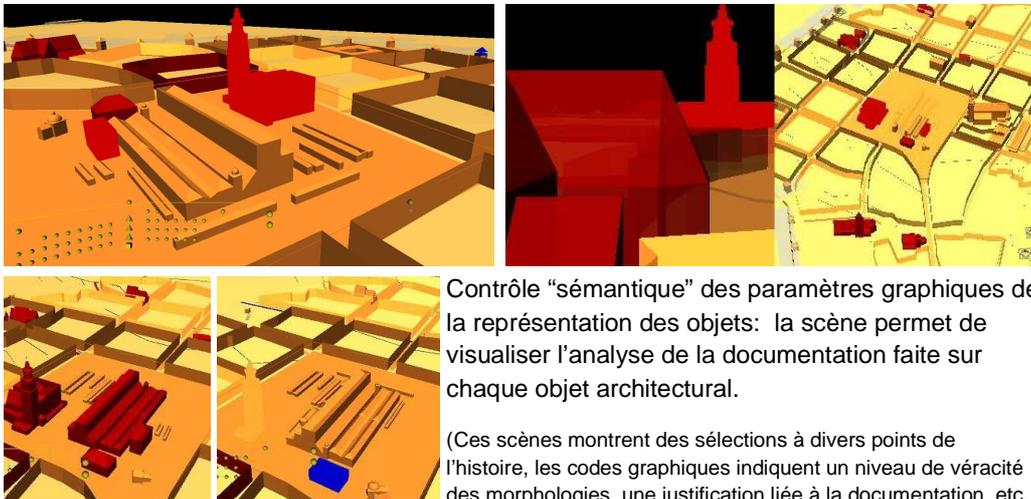


FIG. 1 – La maquette 3D, vers un outil de visualisation scientifique?

2 Retour sur le problème posé

Plaçons nous du point de vue de la représentation : La maquette permet de formuler en termes de géométries ce que nous savons des édifices. Plaçons nous maintenant du point de vue de la documentation : les sources documentaires permettent de formuler en termes de références bibliographiques ce que nous savons des édifices. Plaçons nous enfin du point de vue de la localisation : un lieu et un temps donné se caractérisent par la présence en ce lieu d'un édifice dont l'état est à considérer par rapport à ce temps donné.

Il apparaît clairement que l'édifice, au sens large du terme, est bien le lien central qui peut nous permettre d'attacher des références à des maquettes évolutives, autrement dit un médiateur naturel entre les informations à manipuler. Dès lors la question posée est la suivante: à quel concept spatial décrivant l'édifice peut-on attacher les données que la maquette interface, autrement dit quel modèle mettre en œuvre? Force est de constater que les analyses de l'édifice telles qu'elles se pratiquent aujourd'hui se font le plus souvent au travers des fourches caudines de leurs disciplines d'origine: la mesure produit une géométrie qui pourrait être celle d'un carton à chapeaux, la documentation référence des ouvrages sans

relation avec la morphologie de l'édifice, la production de scènes tridimensionnelles produit des avatars souvent plaisants mais vides de sens *architectural* (Göbel 2003), etc..

Nous pensons qu'il est nécessaire de formuler un modèle de l'édifice apte à intégrer ces points de vue pour recentrer sur l'édifice lui-même des données qui, après tout, servent bien à le caractériser. Nous introduisons une méthodologie globale d'analyse et de description de l'édifice permettant de fédérer autour du corpus architectural un jeu d'informations aujourd'hui dispersées, approche parallèle à (Landes, 1998) ou (Heinonen et al, 2000). Notre travail s'appuie sur une analyse de sources documentaires en vertu d'un raisonnement par classifications. Nous formulons une liste de règles génériques permettant d'isoler des éléments du corpus architectural significatifs d'une manière univoque. Ces concepts doivent alors servir de pivots autour desquels s'organisent des mises en exploitation du modèle.

3 Identification et organisation d'un corpus d'objets.

Elaborer un modèle architectural suppose de définir un ensemble de concepts aptes à représenter l'édifice, c'est à dire à se substituer à lui pour l'étudier. Ce modèle comprend des concepts qui sont identifiées et organisés dans une structure hiérarchique. Chaque concept contient des informations quantitatives sur sa morphologie mais aussi des informations qualitatives qui traduisent l'effort de documentation du concept.

Le modèle proposé s'appuie sur les principes fondamentaux (et le pragmatisme) de l'approche objet tels que décrits dans (Ducournau et al, 1998). Chaque concept définit une sorte de moule servant à construire des éléments particuliers, aussi appelés instances. Le concept décrit une forme architecturale par les descripteurs qui la caractérisent, et chaque instance est une forme architecturale caractérisée par des valeurs particulières données à chacun des descripteurs.

Nous avons choisi de nous appuyer notamment sur le travail de (Pérouse De Montclos, 1988) qui répertorie un vocabulaire "partagé" du domaine. Sur la base de ce vocabulaire, nous proposons (voir ci-après) un canevas de règles visant à isoler au sein du corpus correspondant à chaque expérimentation les concepts architecturaux à modéliser. De nombreuses classifications des éléments d'architecture ou du vocabulaire qui s'y rapportent sont mentionnées dans la bibliographie. Leur nombre témoigne de la nécessité d'une description univoque des concepts que nous souhaitons manipuler mais aussi de la difficulté de la mettre en œuvre. En effet, si nous avons présenté l'édifice patrimonial comme régulier, modélisable, il n'en reste pas moins que l'architecture construite ne peut être considérée comme répondant d'une norme stable dans l'espace et dans le temps. Le modèle architectural que nous proposons est donc une ossature qui fixe des grandes hiérarchies de concepts architecturaux mais aussi qui doit s'enrichir dynamiquement en fonction du corpus traité.

Le passage "du terme au concept" peut s'analyser à travers la grille que propose (Rastier, 1995) et qui distingue quatre étapes :

(i) La nominalisation donne pour forme canonique du terme le nom substantif (...). La nominalisation est fort utilisée pour créer un effet d'objectivation (...).

(ii) La lemmatisation permet ensuite, outre sa commodité lexicographique, de dépouiller de ses variations accidentelles la substance que le terme est censé représenter (...). Felber (Felber, 1987) affirme ainsi : "le terminologue [...] ignore les déclinaisons et la syntaxe".

(iii) La décontextualisation permet de définir le terme par lui-même, indépendamment des variations qui pourraient affecter ses occurrences (...) un terme n'a pas de contexte, il n'a

Règles d'identification et méthodes de visualisation d'objets architecturaux

que des pères, des frères, et des fils ; et les relations qui le lient à ces termes apparentés sont seules recevables et pertinentes.

(iv) La constitution du mot en type, et l'affirmation corrélatrice que toutes ses occurrences sont subsumées sous ce type -- ou du moins que celles qui ne le sont point témoignent d'un emploi incorrect. La définition est le moyen principal de cette constitution en type : elle énonce, conformément au principe du positivisme logique, les conditions nécessaires et suffisantes pour que le terme soit pourvu de sa dénotation correcte. La notion (ou concept) est la signification du symbole (ou mot).

Le problème d'identification des concepts architecturaux auquel nous sommes confrontés croise celui de la terminologie dans la définition qu'en donne Felber «Domaine du savoir interdisciplinaire et transdisciplinaire ayant trait aux notions et à leurs représentations (termes, symboles, etc.) ». En effet, l'élaboration du corpus de concepts architecturaux à partir des apports lexicographiques dont nous nous servons se fait par filtrage des termes rencontrés pour en extraire des concepts univoques et significatifs du point de vue du langage architectural. A partir des lexicographies, qui permettent d'isoler des formes canoniques (la soliveAProfil), notre travail consiste à défaire chaque terme ou expression des déclinaisons morphologiques du terme (la soliveAProfil = une solive + un profil, le Profil= un jeu de moulures renvoyant à une typologie de la mouluration). Une autre étape consiste alors à sortir l'élément d'architecture que désigne le terme (représentant le concept que nous cherchons à isoler) des conditions matérielles de son emploi (la soliveAncrée= une solive + un ancrage, l'arcature aveugle = un jeu d'arcs et de remplissages).

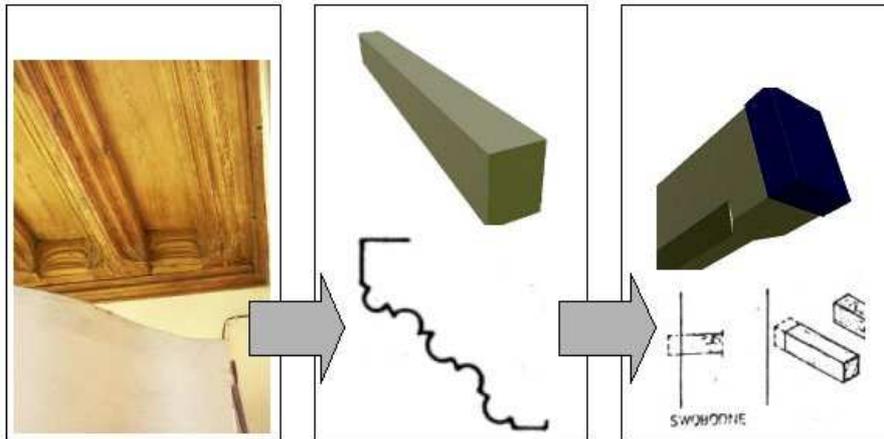


FIG. 2 – Extraction des concepts à partir des termes, trois étapes.

Un terme univoque peut alors désigner à la fois les propriétés typo-morphologiques de l'élément considéré et son usage au sein de l'édifice. Ce travail d'analyse des termes décrivant l'édifice s'appuie naturellement à la fois sur une bibliographie générale et un ensemble de documents relatifs aux terrains d'expérimentation.

Nous utilisons des logiques de spécialisation complémentaires. Dans le cas de l'entité architecturale, échelle pivot du modèle, nous isolons à un premier niveau des catégories d'entités ayant un rôle structurel commun. Puis, à l'intérieur de ces catégories, des concepts dérivent les uns des autres par ajout de spécificités morphologiques ou comportementales.

Chaque objet architectural instancié dispose d'une méthode propre servant à le représenter au format VRML, d'une méthode propre servant à conserver des états d'attributs au format XML qui soient ré-exploitable (Walsh, 2002). A partir de là, la production de scènes 3D est donc en fait l'instanciation d'objets architecturaux renseignés sur leurs dimensions et position. Chaque objet représenté dispose de sa (ses) propre(s) requête(s) URL, il est donc bien nativement lié à sa documentation particulière. Puisque la requête est formalisée par une adresse URL, le lien peut également se faire vers autre chose qu'une base de données, par exemple vers une image ou une autre scène tridimensionnelle dans laquelle la morphologie de l'objet serait détaillée.

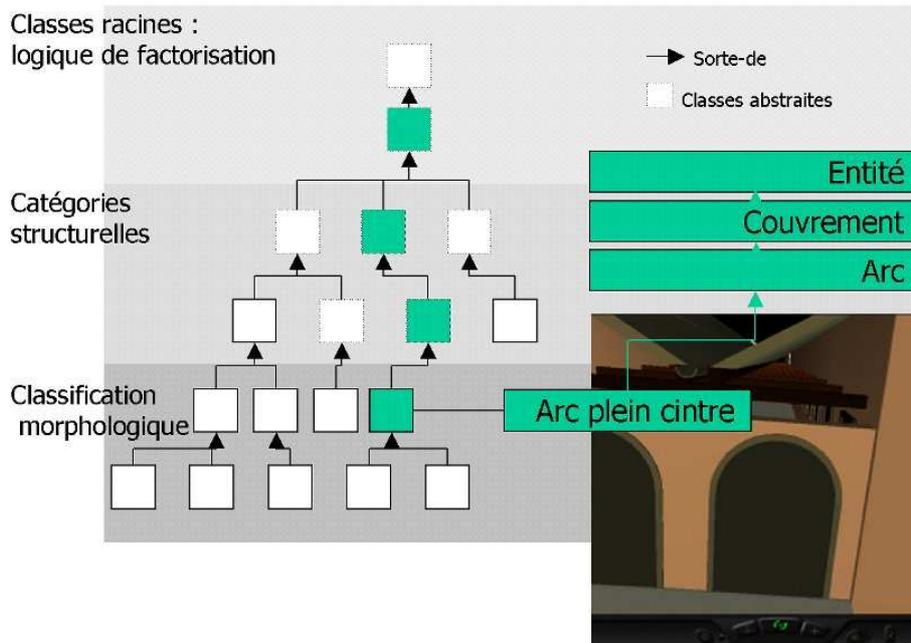


FIG. 3 – Une description de l'édifice par analyse et classification morpho-structurelle s'appuyant sur le formalisme objet : organiser hiérarchiquement un jeu d'éléments univoques par l'observation de similitudes.

Ce modèle a bien entendu ses limites, à commencer par celles du formalisme choisi telles que rappelées dans (Ducournau et al, 1998). L'héritage par exemple, est un mécanisme de structuration des connaissances, mais aussi un mécanisme de particularisation provenant uniquement d'une complication des concepts qui peut poser problème dans la logique de spécialisation évoquée ci-avant. Prenons un exemple : L'escalier à marches en coin¹ (voir – illustration ci-dessous) est-il une spécialisation du concept de volée d'escalier ? C'est en fait seulement une différence d'usage distingue ces concepts. Par ailleurs l'héritage multiple, disponible ou non par ailleurs, nous semble poser dans le cas d'un corpus d'objets aussi divers que celui de l'architecture patrimoniale, un problème de lisibilité et de cohérence dans

¹ Pierre Noël, *Technologie de la pierre de taille. Dictionnaire des termes couramment employés dans l'extraction, l'emploi et la conservation de la pierre de taille*

Règles d'identification et méthodes de visualisation d'objets architecturaux

la hiérarchie de classes. Nous tentons donc de substituer des relations d'agrégation aux relations de spécialisations peu compatibles avec notre logique de spécialisation. Prenons ici encore un exemple : Le mur à larmier illustré ci-dessous pourrait sans doute être vu comme héritant des propriétés du mur et de celle du larmier. Cela ne nous semble pas rendre compte de la réalité d'un objet dans lequel il n'y a larmier que parce qu'il y a mur.

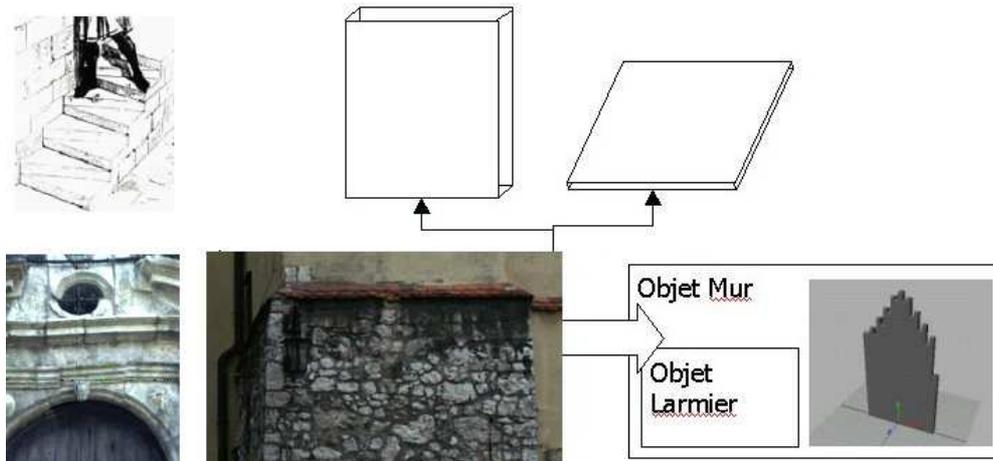


FIG. 4 –L'escalier à marches en coin (haut gauche), l'oculus (bas gauche), le mur à larmier.

Le patrimoine architectural est un domaine où des concepts stables (ex. le concept de couverture ou de couverture) s'accompagnent d'éléments de variabilité historique ou morphologique. Une description fine du domaine s'impose donc pour isoler d'une part des objets non-ambigus et d'autre part leurs éléments de variabilité contextuelle (interrelations, moulurations, réutilisations, etc.). Plusieurs catégories de concepts sont utilisées afin de prendre en compte les diverses échelles du modèle. Les logiques permettant d'isoler ces concepts varient peu suivant l'échelle, les lignes de division du modèle étant avant tout morphologiques. Afin d'adapter le modèle à la diversité de la documentation architecturale, et dans une certaine mesure à la complexité de l'objet, nous avons isolé sept échelles. Pour chacune de ces échelles nous avons identifiés un jeu de concepts de base qui forment la structure de ce modèle. Ces concepts sont décrits et classifiés, et sont implémentés au fur et à mesure que les terrains d'expérimentation l'exigent.

A chaque échelle doit être établi un canevas de règles permettant d'isoler les concepts pertinents. A titre d'exemple, plaçons nous à l'échelle de l'entité architecturale, élément de base de la composition architecturale (arc, base, poutre, etc.). Et prenons l'exemple de l'oculus en figure 4. On reconnaîtra l'élément figuré comme étant un "oculus". Pourtant, par l'action du temps, l'objet originel n'est plus identifiable :

- Par sa fonction d'ouverture (de baie) car il est rempli.
- Par sa fonction structurelle (intrados déplacés).
- Par sa morphologie (ronde ou elliptique).
- Par les dimensions relevables à sa surface (deux courbes aujourd'hui, un diamètre ou les petit et grand diamètres à l'origine).

Comment alors expliquer que la détermination de la catégorie à laquelle appartient cet objet ne souffre d'aucune ambiguïté ? Aucune de ces quatre lignes de division prises

isolément ne permet à l'évidence d'établir l'appartenance de cette instance à un modèle d'oculus. Il faut selon nous avoir recours à une définition en creux pour s'assurer que l'objet observé n'a pas à la fois une forme et une fonction autre que celles, hypothétiques, que nous déduisons de son état actuel, et pour s'assurer que l'élément n'est pas décomposable en sous-éléments sans perdre son identité (c'est à dire sans laisser vide de sens le terme le désignant).

Le modèle proposé devra par conséquent intégrer l'exigence de variabilité morphologique ou fonctionnelle que requiert notre domaine d'étude particulier. Nous proposons par exemple pour l'entité architecturale, la définition suivante :

Une entité est reconnue comme telle pour autant que :

- L'entité soit un objet identifié par un élément singulier du vocabulaire architectural.
- L'entité ait un rôle permanent et indivisible dans la structure de l'édifice,
- L'entité intervienne de façon autonome dans le système de relations topomorphologiques de l'édifice.

Autrement dit, les entités architecturales répondent à deux questions :

- L'objet étudié a-t'il à la fois une forme et une fonction univoques (la colonne, par exemple, a une fonction univoque mais une forme qui ne l'est pas puisqu'elle peut contenir indifféremment une base et un chapiteau : ce n'est pas une entité) ?
- L'objet s'utilise-t'il indépendamment du rapport à un autre objet (le chaperon, par exemple, couronne un mur et seulement un mur, ce n'est pas une entité) ?

Le modèle dont nous venons de présenter quelques grandes lignes pose donc de nombreuses questions qui sont nous semblent-il à l'intersection du domaine d'application et du formalisme de représentation des connaissances choisis. Rappelons en conclusion à cette section que ces questions restent pour certaines en suspens, mais que le modèle proposé s'est avéré suffisamment *représentatif* du domaine qu'il nous permet de nous interroger, au delà, sur l'utilisation à faire d'un tel modèle.

4 Représentation tridimensionnelle des instances : entre séduire et signifier.

L'étape d'élaboration du modèle architectural décrite ci-dessus débouche sur la production de scènes 3D dans lesquelles figurent des *instances* de *concepts architecturaux*. Néanmoins il est important de noter les problèmes de fond que posent à la fois la construction et l'utilisation pérenne de maquettes numériques figurant des édifices disparus ou transformés, et notamment trois points sur lesquels il nous faut nous attarder :

- Un problème de représentation à différentes échelles.
- Un problème de codification de la représentation pour mettre en évidence des incohérences, ou pour figurer niveaux de certitude, incomplétude dans les hypothèses de restitution, différencier l'original et le reconstruit / réemployé, etc...
- Un choix à opérer entre maquette réaliste et maquette interprétative.

4.1 La représentation de l'édifice aux différentes échelles.

L'expérience du système de gestion documentaire SOL² que nous avons expérimenté dans le cadre du programme ARKIW³ nous a montré clairement que dans le cas de

² SOL (Sources On Line), outil de recherche bibliographique, iconographique et cartographique

l'architecture urbaine la représentation mono-échelle ne peut pas correspondre à la diversité des informations disponibles sur l'édifice. En effet, notre objectif est d'attacher des informations à des formes architecturales. Or ces informations peuvent être relatives à des détails architecturaux comme à des ensembles urbains. Il faut donc pouvoir interroger ces informations par le filtre naturel pour le géographe ou l'architecte que l'on appelle l'échelle.

Du point de vue méthodologique, la meilleure solution semble pour nous être la définition de jeu de concepts propres à chaque échelle considérée, sans relations de contenant à contenu entre concepts d'échelles différentes. De cette façon, un concept d'échelle urbaine comme par exemple le bloc urbain ne contient pas de concepts d'échelle architecturale comme par exemple l'édifice bien que le lien entre l'un et l'autre soit évident. En effet, du point de vue de l'analyse architecturale et surtout du point de vue des contenus de la documentation ces concepts diffèrent : la qualification d'un bloc urbain n'équivaut pas à la qualification de la somme des édifices qui le composent. Or notre objectif est notamment de faciliter l'accès aux données. Il s'agit donc de pouvoir mieux *distinguer* donc mieux *différencier*. En réponse à cette diversité d'échelles, la notion de multi-représentation nous semble inévitable⁴. Comme l'on utilise différents types de cartes ou de plans pour comprendre et représenter un territoire ou une partie de ce territoire, nous considérons que dans le cas de l'architecture on doit utiliser différentes échelles de représentation. Comme il est absurde de vouloir sur une seule carte à une échelle unique représenter toutes les informations possibles sur un territoire, il nous semble absurde de penser qu'une seule maquette 3D puisse représenter toutes les informations relatives à l'architecture d'un lieu.

4.2 Codification / sémantique de la représentation

Le deuxième point à aborder est la nécessité de prendre en compte le caractère des données utilisées pour produire la scène 3D et de le représenter graphiquement dans la scène elle-même. Le problème posé ici s'apparente à la définition de règles de codification d'usages de la scènes: Comment signifier des notions telles que l'incertitude, l'incomplétude, différenciations de l'original et le reconstruit / réemployé, etc ?

En effet, la plus grande difficulté à laquelle nous sommes confronté en terme de représentation réside dans la nécessité de prendre en compte ces notions, notions qui vont à l'encontre de ce que la maquette numérique sait bien faire: représenter de façon exhaustive. Nous pensons que l'image doit s'adapter au problème représenté et non l'inverse. Si la connaissance que l'on a d'un élément est incomplète, alors il faut pouvoir le signaler dans l'image elle-même. Cette idée toute simple, présente dans la représentation dessinée traditionnelle, fait l'objet de peu de travaux dans le domaine de la simulation d'hypothèses de restitution en imagerie de synthèse.

Quelques exemples peuvent être cités pour mieux expliquer ce point:

- L'objet est complètement défini géométriquement mais sa présence sur l'édifice reste incertaine.
- L'objet est observable mais partiellement détruit.

³ ARKIW est un programme de coopération franco-polonais (UMR MAP-GAMSAU, iHAiKZ) soutenu par un Programme d'Actions Intégrées POLONIUM (MAE-CNRS / KBN) 1998-2000, puis par un PICS (CNRS-KBN, avec le soutien de la région PACA).

⁴ sujet de l'APN, Appel à Projets Nouveaux, CNRS / SHS présenté en 2001, intitulé "Multi représentations dans un Système d'informations sur le patrimoine architectural et urbain pour le réseau Internet".

- Nous savons qu'un objet existait en tel ou tel lieu, nous connaissons plus ou moins sa forme, mais nous ignorons sa période d'existence au lieu donné.

Un objet porte des informations qualitatives, une inscription stylistique par exemple, et des informations quantitatives. Nous avons implémentés des attributs dits *qualifieurs*. Chaque objet contient un groupe d'attributs qualifieurs responsable des différents codages graphiques permettant de porter à l'intérieur de la scène des éléments de sémantiques liés à l'analyse des sources documentaires. Par exemple, l'utilisateur d'une scène va pouvoir visualiser (par le niveau de transparence des objets) l'incertitude liée aux dates de fondation, d'évolution et de destruction d'un édifice.

4.3 Maquette interprétative versus Maquette réaliste

L'expérience montre à chacun que tout montrer en même temps d'un édifice ne facilite pas sa compréhension. En résumé, on peut dire que lire un modèle réaliste peut être comparé à une visite non guidée dans un monument. Chacun peut tout observer librement. Mais qu'apprend t'on de ce seul regard ? Si l'on voit des éléments d'architecture on ne sait rien de leur origine, de leur histoire, de leurs spécificités.

La maquette 3D n'est pour nous pas censée montrer l'objet mais ce que nous savons de l'objet. C'est donc une interprétation d'une connaissance de l'édifice à un moment donné qui va être représentée. Cette interprétation a pour objectif de mieux faire comprendre un état de connaissances et de montrer ce qui nous manque comme ce que nous savons. Un premier argument peut être de dire que comme nous construisons des maquettes d'édifices pour la plupart très largement transformés voire détruits, nous ne sommes pas en possession des éléments d'information suffisant pour construire des modèles réalistes sans outrepasser notre rôle en inventant les éléments manquants. Il s'agit donc de ne pas dans les formes proposées faire d'inférences mais simplement de représenter une forme lisible derrière laquelle on va retrouver un jeu de données. Les maquettes réalistes ont bien sûr de nombreuses utilisations et avant tout en terme de communication grand public. Nous nous situons dans une approche de la maquette interprétative telle que l'ont défendue par exemple (Alkhoven 1993), (Stenvert 1991) ou (Kantner, 2000).

5 La maquette, outil de navigation dans système d'information dédié à l'édifice patrimonial.

Si dans un SIG (Système d'Information Géographique) la carte sert d'interface de navigation dans un ensemble d'informations (Ioannidis et al, 1999) (Roberts 1999), la maquette numérique de l'édifice est aujourd'hui le plus souvent au mieux une des facettes d'un modèle architectural, quand elle ne constitue pas une fin en soi. Nous nous situons donc dans une démarche qui est celle des SIG classiques, information localisée, avec cependant deux exigences importantes : la représentation tridimensionnelles du corpus architectural dimension, et la notion d'histoire ou d'évolution morphologique de l'édifice. Les maquettes 3D nous servent d'interprétations graphiques illustrant une connaissance sur l'édifice, mais elles nous servent également d'interface vers un ensemble de ressources documentaires et constituent le filtre architectural sur ce jeu de données.

Les ressources documentaires sont gérées par un système de gestion de données relationnel, solution technologique éprouvée et relativement bien adaptée à la numérisation de données telles que les documents d'inventorisation. Le contenu concret des deux bases de données que nous avons implémentées, SOL et VIA, est explicité ci-après.

5.1 Organisation des données

La base VIA comprend des informations sur l'objet lui-même, mais surtout sur l'analyse que nous avons faite de sa documentation, et enfin bien sûr un lien vers les ressources documentaires elles-mêmes, gérées dans la base SOL. Parce que chaque objet recensé dans la base est en fait instance d'un modèle dans lequel tout objet sait se représenter en 3D, le système que nous proposons permet de visualiser les résultats d'une sous la forme d'une scène 3D dans laquelle sont présentes toutes les instances correspondant à la requête et seulement elles. Il est important de noter que le système construit autour de la base VIA permet trois utilisations bien distinctes:

- Lien d'une forme (dans la scène 3D) vers une documentation (dans la base SOL),
- Génération automatique de scènes 3D en réponses à une requête standard effectuée sur la base VIA (Sélection d'un jeu d'objets à une date donnée).
- Représentation sous la forme d'une maquette 3D des réponses à une requête sur la documentation (Sélection d'un ensemble de références bibliographiques).

Le modèle proposé permet d'instancier un objet unique pour lequel plusieurs états sont archivés (en XML). L'objet garde son identité, mais ses propriétés (forme, position, fonction, etc..) peuvent évoluer dans le temps. Un quatrième type de scène est crée pour visualiser en temps réel et interactivement les transformations de la ville.

La base SOL recense quant à elle des ressources documentaires. SOL est un outil de recherche dans lequel des critères de description issus d'une analyse "orientée domaine"⁵ de chaque entrée sont ajoutés aux critères descriptifs traditionnels. Le schéma ci-dessous récapitule les éléments implémentés.

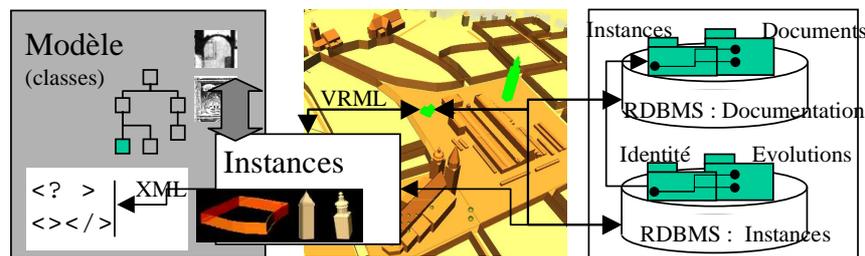


FIG. 5 La maquette VRML est construite en temps réel par lecture des fichiers XML (Module Perl XML :SimpleObject) des objets sélectionnées par requête sur le SGBD .

Du point de vue des choix technologiques, nous nous appuyons exclusivement sur des solutions , des standards et des formalismes issu du monde du logiciel libre, choix correspondant à une simple observation des besoins et des moyens des chercheurs et professionnels s'intéressant au patrimoine architectural (Pfaffenberger, 2001)(Bryant, 2002)(Hampton, 2001).

5.2 La scène comme interface

Nous localisons des instances de concepts architecturaux, instances représentées sous forme de maquettes 3D. Ces maquettes-interfaces doivent non seulement permettre à un utilisateur d'interroger la base depuis la scène mais aussi de construire en temps réel une

⁵ Ou analyse de documents centrée sur le contenu (de quoi parle la ressource) par opposition à une analyse de documents centrée sur le contenant (qu'est ce qui caractérise la ressource du point de vue de l'édition).

scène correspondant à la réponse à une requête sur la base. Au delà de ces aspects déjà mentionnés, il faut noter un point important. Si la maquette veut être une interface visuelle riche il faut que dans cette maquette l'utilisateur puisse trier les informations qui sont représentées. Autrement dit notre approche vise non seulement à établir des liens réciproques entre scènes 3D et base de données documentaire mais aussi à construire des dispositifs graphiques d'analyse des scènes. Quelques exemples de tris possibles à l'intérieur même des scènes rendront ce point plus clair: montrer toutes les instances dont la documentation inclut des inventaires, différencier les objets par valeurs d'incertitude sur leur date de fondation, etc... Il faut noter que ces dispositifs sont inclus dans le fichier VRML lui-même, rendant totalement autonome non seulement la scène mais les interactions avec celle-ci.

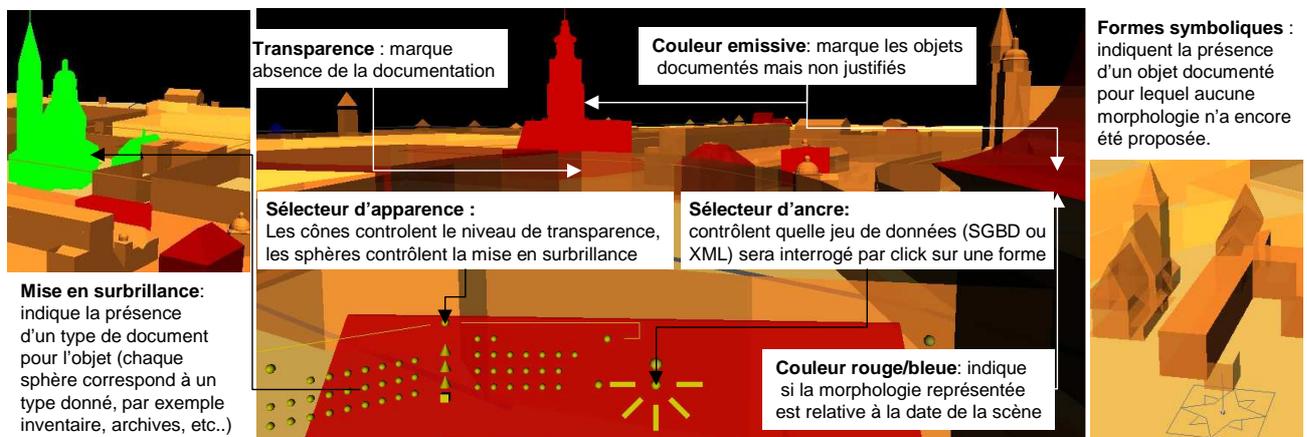


Fig. 5 Scènes utilisées comme interface visuelle à la base VIA ; les dispositifs graphiques d'analyse de la documentation permettant de visualiser les attributs qualitatifs des instances (boutons de mise en surbrillance, cônes de transparences, etc.). Toute scène est calculée comme réponse à une requête utilisateur dans laquelle celui-ci spécifie au minimum la date qui l'intéresse, mais aussi le type d'objet ou un paramètre lié aux attributs des instances.

Les dispositifs graphiques permettent donc sans recalcul de la scène ni nouvelle requête une visualisation des attributs qualitatifs des instances représentées dans la scène. Certains de ces dispositifs agissent globalement sur l'ensemble des instances pour par exemple modifier les conditions d'éclairage, choisir la base de données à interroger, ou visualiser les types de documentation.

5. Représentation et gestion d'information : une perspective

Reprenons pour terminer le point de départ de notre discussion : nous faisons l'hypothèse que la représentation de l'édifice peut être utilisée comme une interface de navigation dans un ensemble d'informations architecturales, comme la carte l'est dans le champ de la géographie. La question posée est dès lors la suivante : à quel concept spatial attacher les données que la maquette interface ? L'ensemble de concepts architecturaux modélisés selon le processus que nous avons décrit peut naturellement jouer ce rôle. Une modélisation pertinente de l'objet étudié permet d'attacher à sa morphologie tridimensionnelle un ensemble

Règles d'identification et méthodes de visualisation d'objets architecturaux

de données et d'informations. Ainsi appuyée par un modèle théorique, la compréhension globale de l'édifice bâti et de son évolution est mieux assurée puisque sa logique de constitution et de représentation est :

- Décrite de façon non ambiguë.
- Apte à prendre en compte des notions relevant spécifiquement du champ patrimonial (incertitude, incomplétude, etc...)
- Liée à une justification documentaire (sources bibliographiques attachées aux concepts et aux instances).

Cette approche permet de reconsidérer le rôle de la représentation comme un élément d'information pour mieux le comprendre. Parce qu'elle souligne autant ce que nous ignorons que ce que nous savons, la scène ne constitue plus une fin mais un moyen de rassembler autour de la forme architecturale l'ensemble de paramètres qui la caractérisent. La scène s'inscrit dès lors dans l'effort d'analyse des évolutions morphologiques de l'édifice, et peut légitimement servir d'interface dans un système d'informations hétérogènes.

En nous plaçant dans cette perspective, nous pouvons dès à présent tenter d'introduire les caractéristiques clés de ce que peut demain être une *maquette-interface* :

- Un jeu de formes construites à partir d'un modèle théorique tirant profit de ce que nous connaissons de la forme architecturale a priori⁶, point essentiel dès qu'il s'agit d'autoriser réutilisations et comparaisons.
- La sélection d'un ensemble de formes relatives à une échelle architecturale donnée (de la ville au corpus architectural).
- La photographie à l'instant t de notre état de connaissances, autrement dit le résultat en temps réel d'une évaluation de nos sources documentaires.
- Un jeu de formes qui s'appuient sur une phase d'interprétation des sources documentaires permettant de fixer pour chaque objet une morphologie possible et un ensemble d'indicateurs de vraisemblance.
- Un jeu de formes qui renvoient à l'ensemble d'informations justifiant leur présence dans le temps et le lieu que représente la maquette 3D.
- Un vocabulaire d'apparences graphiques qui permette de caractériser, de visualiser, l'état de nos connaissances sur chaque forme représentée.
- Un jeu de symboles graphiques et d'apparences permettant de signaler dans la maquette 3D non seulement ce que nous savons et ce que nous ne savons pas.

Références

- Alkhoven P (1993), *The changing image of the city. A study of the transformation of the townscape using Computer assisted Design and visualisation techniques* (Utrecht: PHD of the University of Utrecht, 1993).
- Bryant P (2002), *Choosing between competing Free/Open Source Databases : A case study, contribution to the Open Source Schools, opensourceschools.org, Feb 2002.*
- Ducournau R, Euzenat J, Masini G, Napoli A (1998) *Langages et modèles à objets. Etat des recherches et perspectives*, Publié par INRIA, 1998.
- Dudek I, Blaise J.Y (2001), *Interpretative modelling as a tool in the investigation of the architectural heritage: information and visualisation issues*", Proc VIIP 2001.

⁶ C'est à dire le jeu de types fondamentaux sur lesquels s'appuie la production architecturale : éléments de couverture comme arcs ou linteaux, éléments de support comme piliers ou fûts, etc...

- Dudek I, Blaise J.Y (2002), 3D models as visual interfaces for Internet: an application to a multimedia documentation on architectural evolutions, Proceedings ICCVG 02 Zakopane Poland, 2002.
- Dudek I, Blaise J.Y (2003), Exploiting the architectural heritage's documentation: a case study on data analysis and visualisation, Proceedings I-Know 03 Conference on Knowledge Management, Journal Of Universal Computer Science, pp 128-134, 2003.
- Göbel, S (2003), GeoLibrary: Metaphor-based Information and Navigation Space to Access GeoDataArchives, Proceedings I-Know 03 Conference on Knowledge Management, Journal Of Universal Computer Science, pp 121-127, 2003.
- Hampton K (2001), The Perl XML Interfaces, published by O'Reilly on XML.com , 04 2001.
- Heinonen A, Pukkinen S, Rakkolainen I (2000), An Information database for VRML Cities, in Proc. IV2000, London, UK, 2000.
- Ioannidis C., Chlepa H (1999), Spatial information system for the geometric documentation and restoration studies of monuments: an application to the wall of ancient Messene; Proc. ISPRS WG V/5 Workshop Thessaloniki, Greece, 1999.
- Kantner J (2000), Realism vs Reality: creating virtual reconstructions of prehistoric architecture, in J.A Barcelo, M.Forte, D.H Sanders (Ed.) Virtual reality in archaeology, (Oxford: Archeopress 2000).
- Landes S (1998), Design and implementation of a web-based 3D campus Information System for the University of Karlsruhe"; Proc. COBRA 1998, Florianopolis, 1998
- Pérouse De Montclos JM (1988), Architecture vocabulaire - Principe d'analyse scientifique, Imprimerie Nationale 1972-88.
- Pfaffenberger B (2001), Why open content matters, in Linux Journal, www.linuxjournal.com, April 2001
- Roberts A (1999), Virtual site planning, in Proc Ecaade 1999, Liverpool, UK, 1999, pp 442-448.
- Russo Dos Santos C, Gros P, Abel P (2001), Dynamic Information visualization Using Metaphoric Worlds, in Proceedings. VIIP 2001, Marbella, SP, pp 60-65, 2001.
- Stenvert R, Constructing the past: computer-assisted Architectural-Historical Research PHD of the University of Utrecht, 1991.
- Walsh N (2002), XML: One Input – Many Outputs : a response to Hillesund, Journal of Digital Information, vol 3 issue 1, 2002.

Summary

In studies on the architectural heritage, data management raises non-trivial interfaces issues, notably due to the mass, diversity, complexity and heterogeneity of the contents. 3D representation at various scales (from the city to individuals objects), since it localises information spatially, and links it to a given morphological being, appears as one of the possible answers. It seems besides well fitted to meet the needs of a discipline, the architectural heritage, where such questions as data uncertainty in reconstructions or re-use of objects are present. However, 3D representation today seems far from reaching this goal. Our contribution discusses some of the prerequisites that stem from our experiences on how to use 3D models as tools for knowledge investigation on the edifice.