

Modélisation informationnelle : un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables

Jean-Yves Blaise, Iwona Dudek

▶ **To cite this version:**

Jean-Yves Blaise, Iwona Dudek. Modélisation informationnelle : un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables. EGC '06 - Extraction et Gestion des Connaissances, Jan 2006, Lille, France. pp.347-358. halshs-00267017

HAL Id: halshs-00267017
https://shs.hal.science/halshs-00267017

Submitted on 21 Apr 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Modélisation informationnelle : un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables

Jean-Yves Blaise*, Iwona Dudek*

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

Résumé. Pour comprendre et représenter les évolutions du bâti, question renouvelée avec le développement des NTIC, l'analyste s'appuie sur des connaissances évolutives ayant dans notre champ d'application - le patrimoine architectural – un caractère spatialisable (par l'attachement à un lieu λ) mais aussi des caractéristiques handicapantes (hétérogénéité, incertitudes et contradictions, etc.). En réponse, nous utilisons ce caractère spatialisable pour intégrer les ressources constituant le jeu de connaissances propre à chaque édifice: théorie, sources documentaires, observations. Cette démarche que nous nommons *modélisation informationnelle* a pour objectif un gain de compréhension du lieu architectural et des informations qui lui sont associées. Notre contribution introduit les filiations de cette démarche, le cadre méthodologique qui la matérialise, et discute de son application au cas concret de la place centrale de Cracovie (*Rynek Główny*) pour en évaluer l'apport potentiel en matière de gestion et de visualisation de connaissances.

1 Introduction

La compréhension des évolutions du bâti s'appuie sur l'analyse conjointe de connaissances spécifiques et de connaissances génériques ayant, dans le champ du patrimoine architectural, des caractéristiques très handicapantes vis à vis des technologies actuelles de gestion d'information localisées spatialement. Ces connaissances s'appuient en effet sur des informations hétérogènes, réparties, fortement pluridisciplinaires, mais également floues, incertaines, régulièrement remises en question, à ré-interroger comparativement sur un territoire donné ou entre territoires. Dès lors l'apport attendu de l'application des NTIC au domaine du patrimoine en matière de production et surtout d'échanges de connaissances reste pour l'essentiel prospectif, si ce n'est du strict point de vue de la vulgarisation.

Pourtant, de nombreux travaux menés traitent des aspects liés à l'acquisition de données 3D (De Luca et al., 2003), la gestion d'informations localisées spatialement (Sebillo, 2003), ou encore de la représentation de données spatio-temporelles (Renolen, 1997)(Spaccapietra, et al., 2004). En parallèle, l'acquis en matière de visualisation de données (y compris à caractère spatio-temporelles) dans le champ de la visualisation d'informations constitue une

base de références conséquente. Cependant, l'aptitude de la représentation architecturale « digitale » (*i.e.* de la maquette numérique 2D/3D) à transmettre des éléments de connaissance sur un territoire et à souligner les vecteurs de différence/ressemblance entre objets architecturaux, reste encore très largement *terra incognita*. L'étude du patrimoine architectural peut se voir comme un processus d'acquisition de connaissances à l'appui duquel l'auteur de l'étude rassemble des éléments et indices correspondant à trois grandes familles de ressources :

- des connaissances a priori (*i.e.* théorie : typologies, savoir-faires, courants stylistiques et artistiques, contraintes constructives, solutions canoniques, etc.);
- des sources documentaires hétérogènes (manuscrits, représentations artistiques, études provenant de diverses disciplines, cartographie, etc.;
- des observations contemporaines (campagnes de fouilles, relevés, etc.).

Ces trois grandes familles de ressources donnent lieu à analyses croisées afin d'une part de mieux comprendre le bâti au sens large et d'autre part de proposer des représentations traduisant graphiquement ce que l'auteur de l'étude a compris de l'évolution de l'édifice. Or si, dans chacune de ces trois grandes familles, des travaux de recherche et de développement sont menés pour mieux prendre en compte les spécificités du patrimoine architectural et de son étude, peu de travaux ont à ce jour porté sur « comment mettre en vis-à-vis des éléments appartenant à ces différentes familles». En réponse, nous avons montré (*cf.* Blaise et Dudek, 2004b) que l'utilisation de la forme architecturale comme moyen d'organiser et de donner accès à ces jeux d'indications, permettait de visualiser ces derniers au travers de maquettes 2D/3D simulant les évolutions d'édifices ou de tissus urbains. Nous avons en conséquence introduit l'idée qu'un modèle théorique, intensionnel, de l'objet architectural peut jouer le rôle de filtre sur notre jeu d'indications. A l'issu de ce travail, nous avons cependant mis en évidence les limites d'une telle approche intensionnelle face aux réalités souvent confuses du patrimoine bâti (transformations, réemplois, incertitudes diverses) (*cf.* Fig. 2).

C'est dans cette continuité que s'inscrit notre contribution. Elle souligne un constat de manque : comment prendre en charge les étapes amont de l'étude d'un lieu, quand nous ne savons encore presque rien de lui ? Comment formaliser de façon opérationnelle un processus d'acquisition de connaissances adapté aux contraintes spécifiques du patrimoine bâti (étapes d'études non-ordonnées, données floues et qui le resteront, interdisciplinarité, etc.) ?

Nous introduisons dans cette contribution une démarche de modélisation *réflexive objets physiques-connaissances associées* qui s'attache à décrire ce que nous comprenons d'un bâti et pas un bâti idéalisé sans rapport avec les complexités du patrimoine réel. Elle se traduit par la mise en relation dans une maquette virtuelle de l'objet physique (ainsi placé au lieu λ et au temps τ) et de ce qui justifie sa présence en λ au temps τ (des données évaluées par exemple en terme de vraisemblance). Cette démarche met en relation dynamique trois éléments : informations qualifiées par des descripteurs propres au domaine (incertitude par exemple), corpus d'objets architecturaux théoriques multi-échelles et maquettes virtuelles dans lesquelles les informations susmentionnées sont visualisées et délivrées par l'intermédiaire de codes graphiques affectés aux instances du corpus théorique d'objets architecturaux.

Cette démarche de modélisation, que nous nommons *modélisation informationnelle*, a pour objectif un gain de compréhension du lieu architectural et des informations qui lui sont associées. Notre contribution situe brièvement nos travaux antérieurs sur le sujet, puis introduit les filiations de cette démarche, et discute de son application au cas concret de la place centrale de Cracovie.

2 Contexte et hypothèses

De Quatremère De Quincy jusqu'à Le Corbusier l'architecture a été considérée sous le double angle : d'une discipline fondée sur l'idée de mesure et d'un art (Fichet, 1979, et Corbusier, 1958). Il apparait donc légitime, au vu du premier qualificatif, de tenter de circonscrire les *qualités observables de stabilité* (Lemoigne, 1977) de l'objet architectural, autrement dit de l'inscrire a priori dans un univers de connaissance (Francis et al., 1999) dont un ou des modèles structurent de façon abstraite les composantes. Nous considérons l'objet patrimonial comme la conjonction d'un bâti (observable ou détruit) et de connaissances hétérogènes. A partir de là, la proposition méthodologique que nous avons faite (Blaise et Dudek 2004a) consiste à établir un canevas de règles permettant d'isoler au sein du corpus architectural les concepts architecturaux à modéliser. L'élément ainsi isolé, identifie une famille d'objets, famille qui transcende les particularismes régionaux et facilite le travail de comparaison (*cf.* Fig. 1), quelle que soit l'échelle considérée.

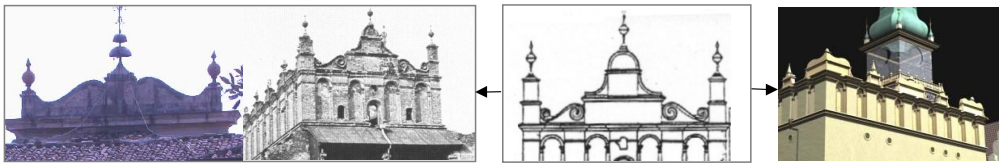


FIG. 1 – *Au centre, Le modèle d'attique représenté par sa forme théorique (a priori). A gauche, deux attiques observés a postériori : Fattoria di Celle (Pistoia, Italie) et Sukiennice (Cracovie, Pologne). A droite, simulation (Ratusz, Cracovie) utilisant ce modèle d'attique.*

De cette méthode d'analyse générique du corpus architectural dérive un modèle cohérent, exploitable, mais qui reste partiel. Validé au travers d'expériences variées (*cf.* Blaise et Dudek, 2004b), il s'appuie sur le formalisme objet, largement répandu aujourd'hui et qui impose rigueur dans la relecture des références utilisées pour établir la logique d'identification et de dérivation des concepts (*cf.* Ducournau et al, 1998). Sa double organisation spécialisation / agrégation se prête bien à la définition d'un modèle médiateur entre plusieurs vues sur l'édifice.

Mais le champ de l'architecture patrimoniale implique des contraintes particulières :

- échelonnement des phases de construction et transformation ;
- masquages successifs d'états cohérents ;
- incomplétude d'un objet, objets "mal formés", incertitude sur les données, etc. ;
- données évolutives / incomplètes.

En conséquence, son application se heurte à des limites opératoires réelles et appelait une prise de distance avec l'approche déterministe, que nous avions privilégiée au départ. En réponse, nous nous sommes focalisés sur l'idée de développer une méthode de travail permettant de ***ne décrire que ce que nous comprenons d'un bâti***, et donc ne faisant appel à l'instanciation du modèle déterministe présenté ci-avant qu'in fine, si et seulement si le niveau de connaissance réel sur l'objet le permet. C'est cette méthode que notre contribution présente, d'abord par ses filiations scientifiques (*cf.* section 3), puis par son application concrète à l'instrumentation d'un processus d'acquisition de connaissances (*cf.* section 4).

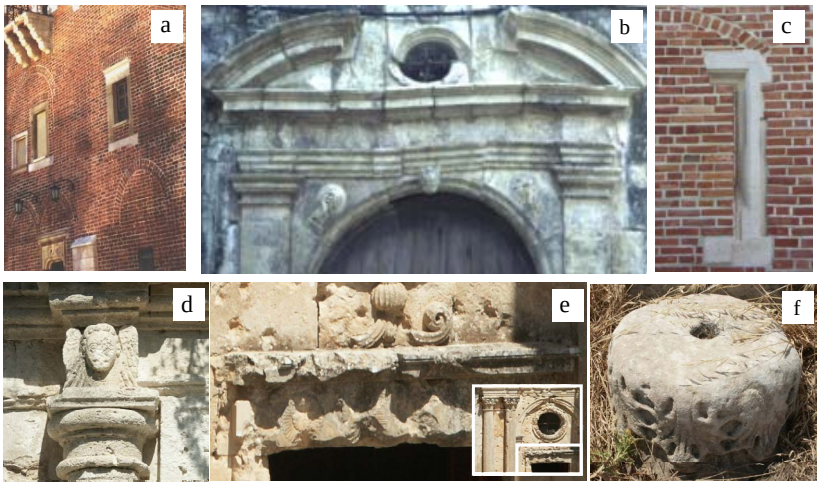


FIG. 2 – *Limites d'un modèle intensionnel : objets réemployés - (a.) appui et deux baies obstruées ; désemployés - (a.) arc de décharge ; déformé - (b.) oculus ; (e.) linteau, incomplets - (b.) baie ; non reproduits - (d.) ; fragmentaires - (f.). La morphologie canonique de ces objets ne recouvre plus la réalité observée, mais ils conservent leur identité d'instance d'un concept général (arc, baie,…).*

3 Deux filiations, une méthode de travail

Dans le champ de l'architecture patrimoniale, l'étude des évolutions de lieux s'appuie prioritairement sur l'analyse d'une documentation permettant de circonscrire petit à petit un état de connaissance sur ces lieux. Le terme documentation recouvre ici à la fois données brutes (sources bibliographiques, relevé architectural, compte-rendu de fouilles, ...) ou interprétées (restitutions, hypothèses, ...). Mais une telle documentation est presque toujours hétérogène, incomplète, contradictoire et progressive. Notre état de connaissance s'en trouve lui aussi sujet à évolution. Ces difficultés nous ont conduit à formuler trois constats :

- la forme d'un lieu bâti λ au temps τ_1 reste le plus souvent hypothétique;
- la représentation fixe une étape dans l'évolution de lieu λ, mais aussi un moment dans notre étude de ce lieu τ_2 ;
- une distinction opératoire claire doit être introduite entre l'acte de restituer une hypothèse et celui de visualiser ce que l'on sait vraiment.

A partir de là, trois hypothèses de travail ont été identifiées, sur la base desquelles de nouvelles expérimentations ont été conduites (Blaise et Dudek., 2005):

- la forme architecturale constitue un médiateur naturel entre les informations à manipuler (parce que l'on peut y rapporter les différentes couches d'information sur l'évolution de l'objet) ;
- la forme architecturale est un bon moyen de les trier, de les interfacer (parce qu'elle localise dans l'espace et dans le temps des jeux d'informations) ;
- la forme à représenter doit être comprise comme un substitut de l'objet, elle n'est pas à l'image de l'objet, elle est ***l'idée que nous nous faisons de l'objet en fonction des connaissances réelles dont nous disposons au temps t de notre étude***.

Dès lors nous sommes en face de deux contraintes à première vue presque contradictoires : d'abord manipuler des formes architecturales et donc les représenter, et de l'autre manipuler des informations sur les formes architecturales et donc les visualiser. Comment sur notre terrain d'expérimentation concilier les exigences de la représentation d'objets physiques (par exemple l'exhaustivité géométrique) et les exigences de fidélité aux informations sous jacentes (par exemple « nous ne savons pas comment était bâti cet édifice ») ?

En réponse, la démarche de modélisation informationnelle que nous tentons de circonscrire fait un pont entre le domaine de la modélisation spatiale proprement dite (représentation géométrique, multi-représentations, multi-résolutions, etc.) et celui de la visualisation d'informations au sens d'E.R. Tufte (Tufte, 2001), *i.e.* une démarche *d'explication visuelle*[1].

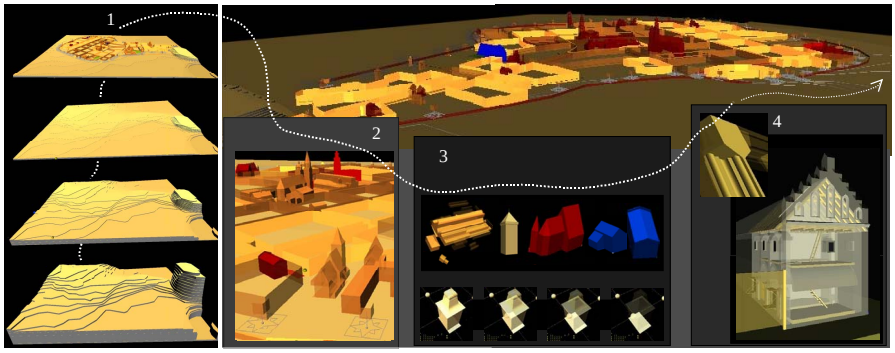


FIG. 3 – *La représentation, outil d'évaluation visuelle comparative de nos connaissances sur un lieu architectural, entre lieux architecturaux.*

Force est de constater que l'apparition des NTIC n'a pas contribué de façon notable à l'émergence de cette démarche. Aujourd'hui, dans le champ de l'architecture les scènes virtuelles sont vues avant tout comme un dispositif de vulgarisation. Ces scènes sont régulièrement présentées à un large public pour « montrer » comment un objet architectural a pu évoluer au cours du temps, quelle que soit l'échelle considérée (de l'ensemble urbain aux décors) (Bonfigli et al., 2000), voire pour exploiter un lieu à distance (Salonia et al., 2004). Mais cette utilisation du graphique est remise en cause dans notre champ en particulier sur deux points (*cf.* Kantner, 2000):

- un manque de lisibilité des représentations dû au fait que les inférences faites pour la reconstruction géométrique des objets sont masquées dans la scène finale ;
- un manque d'efficacité affligeant pour les chercheurs eux-mêmes qui investissent temps et moyens dans la production de reconstructions qui restent un effet de bord de leur étude, puisque ne donnant pas accès aux couches d'informations plus profondes comme la bibliographie par objet, l'inscription typologique, terminologique, etc..

Autrement dit, l'effort d'acquisition et d'analyse d'informations fait pour comprendre l'objet architectural apparaît comme totalement absent du résultat final, une reconstruction

[1] Précisons qu'une telle démarche se situe dans une double continuité historique : d'une part celle de la pratique du dessin d'architecture (souvent allusif plus qu'assertif), et d'autre part, celle de la représentation graphique «*…système de signes que l'homme a construit pour retenir, comprendre et communiquer les observations qui lui sont nécessaires …*» *cf.* (Bertin, 1998).

dite virtuelle. Une telle représentation n'est pas liée aux sources documentaires en justifiant le contenu, elle n'est pas mise à jour dynamiquement quand de nouveaux éléments d'informations sont rassemblés, elle ne mentionne même pas ce qui est en définitive le plus significatif pour l'analyste : l'incertitude des données initiales. Dans le champ de la visualisation d'informations au contraire, le graphique est non seulement utilisé pour interroger des jeux de données, mais également pour les trier, ou dit autrement *pour réduire la multitude des données* dans les mots de J.Bertin (Bertin, 1998). Le rôle du graphique, dans les mots d'ER Tufte (Tufte, 1997) « … *Nous visualisons des informations pour raisonner sur des connaissances, pour documenter, communiquer et préserver ces connaissances* … », nous y semble beaucoup plus compatible avec nos objectifs scientifiques réels.

Nous posons en hypothèse l'existence d'une démarche de modélisation qui s'appuie sur la double filiation établie ici. Dans la pratique, la démarche[2] de modélisation informationnelle se matérialise par un jeu *de règles de production graphique* qui agissent comme garde-fous dans l'implémentation du processus d'acquisition de connaissances (*cf.* section 4). Nous en donnons ci-dessous un extrait :

- s'appuyer sur un modèle théorique autorisant comparaisons et réutilisation ;
- affecter les objets a une échelle donnée ;
- produire les représentations au vol pour refléter un état de connaissance courant ;
- adjoindre a la représentation d'objets une évaluation qualitatives des sources documentaires utilisées pour leur étude (incertitude par exemple) traduite graphiquement ;
- développer un jeu de signes graphiques permettant de traduire ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas ;
- produire des représentations interrogeables objet par objet pour consulter les sources justifiant les inférences faites au cours du processus d'analyse des formes ;
- choisir un niveau d'abstraction adapte au contenu informationnel a délivrer et/ou au niveau de complétude dans l'étude de l'objet ;
- enfin, règle des règles, si le graphique ne produit pas un gain d'intelligibilité des sources derrière les objets représentes, le considérer inutile.

4 Un processus d'acquisition de connaissances

L'étude de l'édifice à ses différentes échelles fait appel à une masse importante de documents historiques, que nous décrivons et attachons à des instances d'un modèle architectural théorique. Mais les interprétations qui sont faites des documents ne permettent pas nécessairement de faire ce travail d'attachement ou de filtrage de la documentation, soit parce que la quantité d'informations n'est pas suffisante, soit parce que le travail est en cours.

Puisque nous voulons utiliser la forme architecturale pour filtrer notre documentation, nous pouvons être en face d'une situation où nous devons mettre en relation l'idée encore floue que nous avons d'un lieu architectural λ et le modèle théorique décrit en section 2, modèle déterministe, univoque. A partir de ce constat nous établissons d'abord qu'un premier indice est souvent un *repère terminologique* (nom du concept dont relève le lieu λ),

[2] Précisons que cette démarche n'a pas vocation à déboucher sur une méthode unique de visualisation des connaissances mais plutôt d'intégrer au sein d'un dispositif de visualisation pivot différentes représentations des artefacts, chacune en relation avec sa couche d'informations.

complété par un *repère toponymique* - nom(s) historique(s) de ce lieu λ. Nous avons en conséquence développé d'abord un modèle générique de *toponyme architectural* qui permet de localiser de façon univoque, dans une hiérarchie simulant la notion d'échelle et dans une chronologie, un jeu de données par rapport aux objets qu'il documente. Cette localisation toponymique définit un lieu particulier, éventuellement repéré dans l'espace par des coordonnées géographiques, ou simplement repéré comme sous-partie d'un toponyme plus général. La localisation toponymique s'accompagne d'une localisation terminologique, qui définit la notion générale correspondante. Ces deux notions sont implémentées sous la forme de classes (au sens de la POO) liées par agrégation et dont les états des instances sont figés dans des fichiers XML exploités soit pour la visualisation 2D/3D soit textuellement. Ces « bases » terminologiques et toponymiques sont modestes (800 termes, hiérarchie de 20 toponymes) : elles n'ont pas vocation à l'exhaustivité mais doivent se construire au fur et à mesure des expériences.

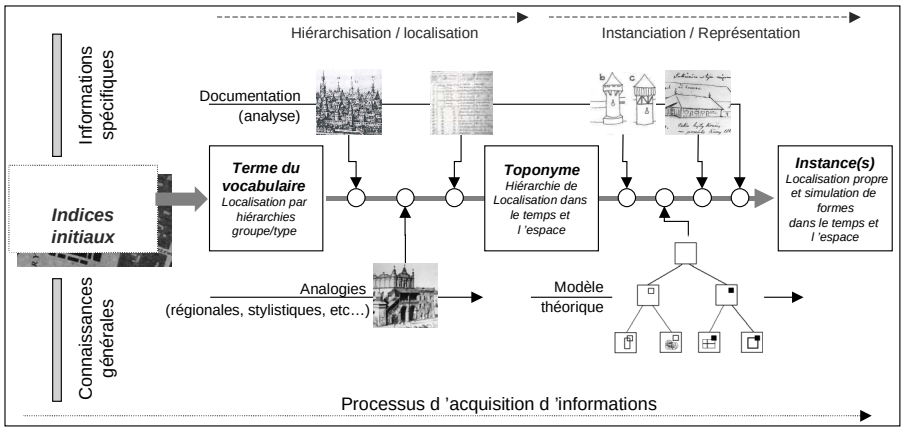


FIG. 4 – *Acquisition d'informations / de connaissance sur l'édifice : un processus qui passe par une localisation toponymique pour déboucher sur une localisation spatio-temporelle*

La localisation toponymique décrite ci-dessus et l'instanciation d'un modèle théorique peuvent se comprendre comme deux extrémités d'une ligne représentant la progression de l'étude visant à décrire et comprendre un objet architectural. Tout au long de cette ligne, des jeux de données puis d'informations sont rassemblés comme autant d'indices devant aboutir à circonscrire un jeu de connaissances (qui resteront de toute façon évolutives).

Nous avons entrepris d'implémenter un formalisme d'intégration des phases de ce processus d'acquisition de connaissance[3]. Concrètement, ce travail correspond aux réalités du rassemblement d'informations tel que le pratiquent conservateurs, archéologues ou architectes agissant dans le domaine du patrimoine bâti[4].

[3] Connaissance au singulier, pour reprendre l'acception que (Bocheński, 1992) donne de ce terme, *i.e. état* [d'un système].

[4] Indices présence d'un « objet potentiel » déclenchant l'étude, données brutes hétérogènes (de l'archive au relevé), hétérogénéité des systèmes d'information préexistants à l'étude (lorsqu'ils existent), éventail disciplinaire, rôle des comparaisons et des analogies, etc.. Il faut noter que ces éléments ne se situent pas nécessairement dans une continuité, ni en terme de succession (la conclusion d'une phase ne déclenche pas le démarrage d'une autre), ni en terme de planification (l'échelonnement des

Nous nous fixons comme premier objectif de répondre à trois nécessités immédiates :

- être capable d'intégrer des jeux de données/d'informations hétérogènes dans *un modèle d'acquisition d'informations* ;
- être capable de le faire de façon indépendante pour chaque jeu de données/d'informations, puisque les phases d'étude ne sont pas nécessairement consécutives ou implicatives les unes des autres ;
- disposer d'un formalisme de visualisation de l'état de nos connaissances au temps τ, dont le schéma ci-dessous explique la logique de constitution[5].

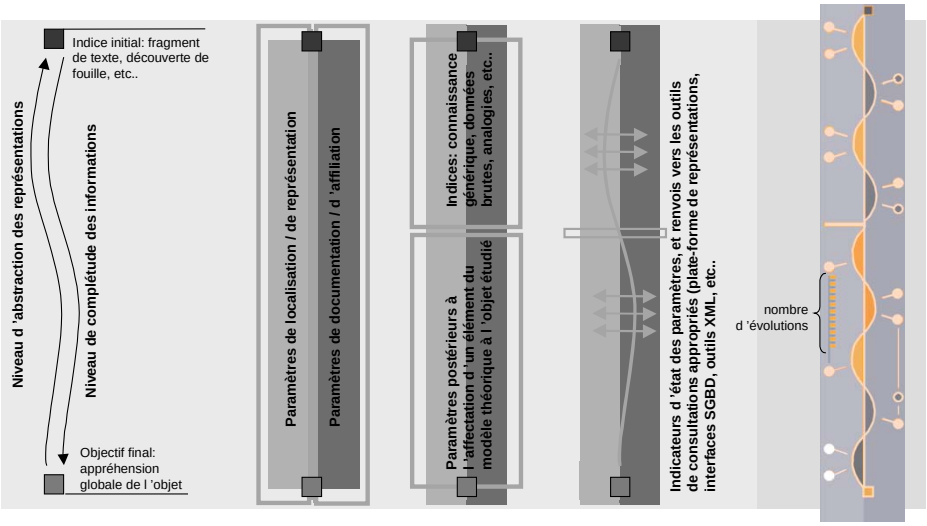


FIG. 5 – *A gauche : quatre étapes-clés du dispositif de visualisation sur l'objet architectural λ à la date m. A droite, implémentation de ce canevas sur l'hôtel de ville de Cracovie : graphique vectoriel SVG représentant le niveau d'informations atteint sur cet objet (juin 2005).*

Notons cependant qu'il n'est pas possible de définir l'ordre dans lequel des informations sur un objet peuvent être rassemblées, et donc que nous sommes en face d'un processus à la fois irrégulier et discontinu. Ce processus peut être vu comme l'intégration d'un jeu d'informations particulières (documentation, fouilles, analogies, etc.) et d'un ensemble de modèles (normatifs ou théoriques). Il apparaît dès lors inévitable de proposer un formalisme répondant à ce besoin d'intégration, formalisme que nous avons nommé MIR et qui se traduit concrètement par un jeu de concepts et d'applications (classes POO / développements XML / XSLT / visualisations SVG/VRML). Ce formalisme affirme l'existence d'une chose au lieu λ (encore flou) et entre les dates τ_1 et τ_2 (à définir), bien avant d'évoquer des réalités historiques successives. Les modules assemblés vont petit à petit permettre d'une part ***d'ancrer l'affirmation initiale*** (archives, relevés, fouilles, etc.) et d'autre part ***de réfléchir sur cette affirmation*** (visualisations, simulations, comparaisons et analogies, affiliations stylistiques

phases dans le temps peut être considérable), ni enfin en terme de chaînage (chaque phase apporte son jeu de conclusions intermédiaires propres, une phase n'est généralement pas un pré-requis à une autre).

[5] La maquette 2D/3D sert cet objectif (dispositif de visualisation) en phase aval de l'étude. Nous avons ici besoin d'un équivalent à la maquette, mais d'un équivalent plus abstrait. Il s'agit donc en fait d'une démarche de généralisation du modèle architectural tel que présenté dans (Blaise et Dudek, 2004).

ou typologiques, etc.). Un dispositif de visualisation (diagramme SVG la forme d'une spirale, *cf.* Fig. 5, 6, 7) donne de chaque objet architectural étudié une vue synthétique montrant les éléments d'informations rassemblés autour de l'objet, module par module.

La présentation de cette *spirale de niveau d'investigation* permettra de cerner concrètement le cadre de ce développement. Elle est utilisée à la fois comme dispositif de visualisation et comme moyen de navigation dans les différents systèmes ou applications adaptés aux jeux de données concernés. Nous avons appliqué ce dispositif en priorité au cas de la place centrale de Cracovie (17 édifices, une cinquantaine d'évolutions) et sur le cas du château comtal de Carcassonne. La spirale est le résultat d'une méthode d'affichage de l'objet MIR (au sens de la POO) qui la produit après lecture des valeurs courantes de ses composants (eux-mêmes objets liés par agrégation). En conséquence, elle reflète un état toujours à jour des connaissances que nous avons rassemblé. Chaque objet partie-de MIR est accessible et manipulable indépendamment de ce concept « de synthèse » au travers d'applications Web construites sur un même modèle[6]. L'interface de navigation dans ces applications (*cf.* Fig. 6) s'ouvre sur un portail général permettant d'accéder par l'objet architectural (haut droite) aux différents modules rassemblés (terminologie, toponymie, documentation, etc.), mais aussi de manipuler indépendamment chacun de ces modules (bas droite, la terminologie).

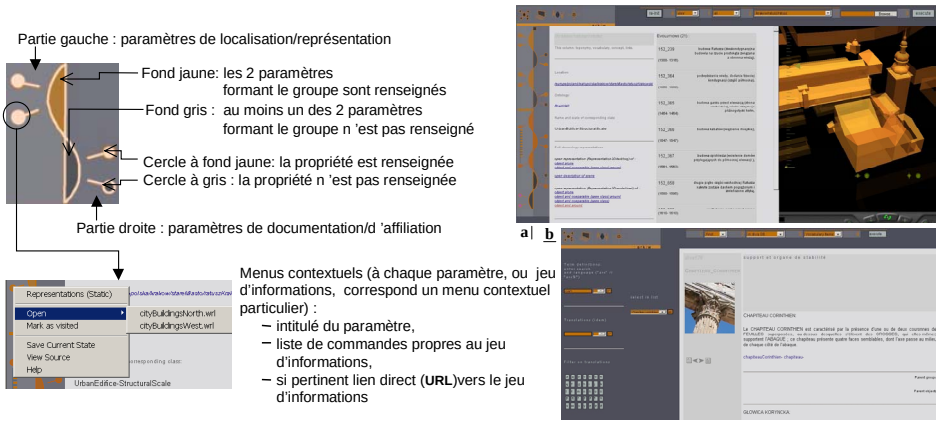


FIG. 6 – *A gauche, rôle et renvois (menus contextuels) des éléments de la spirale. A droite, Le navigateur d'applications ouvert sur l'application MIR, (a.) objet « Ratusz Krakowski », période 1500 sélectionné et maquette3D VRML calculée au vol en réponse, (b.) l'application terminologique DIVA, terme « chapiteau corinthien ».*

[6] L'implémentation des notions et différents outils présentés repose sur une même combinaison : concepts représentés par un jeu de classes (POO) - persistance des états d'instances, fichiers XML-relations inter/intra concepts Xpath/URL simples, affichage et manipulation des instances écrits au vol par des méthodes des classes lisant les précédents et produisant selon le cas des visualisations 2D (SVG), 3D (VRML) ou des interfaces de manipulation XML/XSLT (production au vol de formulaires XHTML ou interprétation XSLT de fichiers sources XML). A chaque module du dispositif pivot MIR correspond un modèle de données implémenté sous la forme d'une classe (plus généralement d'une hiérarchie de classes) et d'une classe contrôleur chargée de gérer la collection d'instances en s'appuyant sur la même combinaison technologique. Chaque module est ainsi doté d'une capacité d'autonomie, et adapte le cadre technologique posé ci-dessus selon le type de données ou d'informations à gérer (par exemple, les éléments de terminologie sont gérés en duplication par un SGBDR dont les capacités de tri sont naturellement mieux adaptées au nombre d'éléments en jeu).

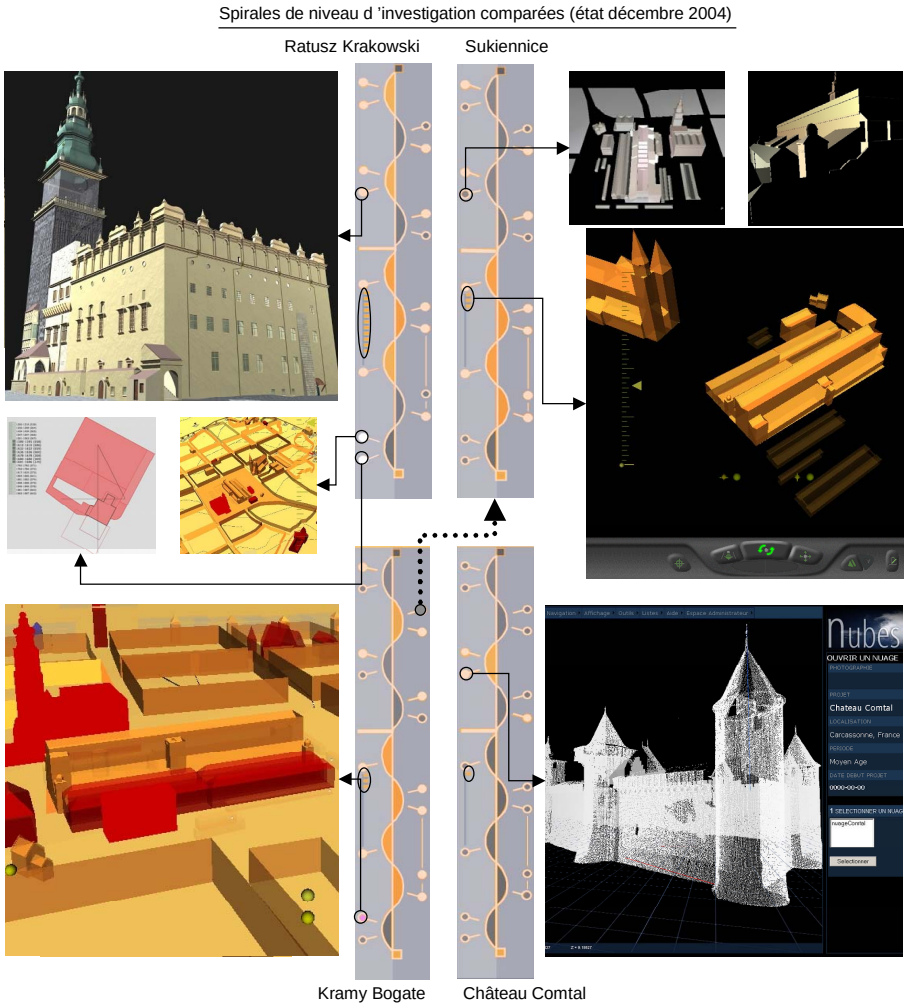


FIG. 7 – *Quatres spirales de niveau d'investigation comparées (pour quatre objets d'échelle comparable), et les types de représentations correspondantes. On remarquera:*
- Différence visuelle entre l'objet le plus étudié à ce jour (En haut à gauche, Ratusz Krakowski) et l'objet le moins étudié à ce jour (en bas à droite, Château Comtal).
- Altérité des représentations statiques auxquelles les spirales donnent accès : en haut à gauche restitution avec indication d'authenticité sur le beffroi (technologie MAYA), en haut à droite inscription dans un contexte urbain simplifié (VRML statique), en bas à droite nuage de points issus du relevé du château comtal de Carcassonne, présenté dans l'application développée par L. De Luca (« nubes » outil d'observation dimensionnelle directe sémantisée du nuage de points) et utilisant la technologie temps réel Virtools.
- Rapport analogique interne au système signalé entre l'objet Kramy Bogate(ligne pointillée) (initialement marché au drap) et l'objet Sukiennice (marché au drap).
- Présence de trois types de représentations pour l'objet Ratusz Krakowski, illustrée par trois exemples.

5 Conclusion

Dans le champ de l'architecture patrimoniale, nous faisons face à des couples *objets physiques/sources documentaires* dans lesquelles les deux éléments sont frappés d'incertitudes et d'irrégularités diverses. Pourtant, puisque après tout l'objet étudié est bel et bien spatialisable, il est tentant d'exploiter sa représentation comme moyen de localisation de données. En réponse, nous tentons d'introduire une démarche de *modélisation informationnelle* qui fasse le pont entre le domaine de la modélisation spatiale et celui de la visualisation d'informations. Cette démarche se traduit par un jeu de règles pour assister la production graphique aux différentes phases du processus d'acquisition de connaissance sur un lieu bâti. L'implémentation concrète de ce processus souligne la faisabilité et l'apport d'une telle démarche («qui imposer la rigueur »). Mais ce travail récent doit encore être approfondi et validé au travers de nouvelles expériences. Il ouvre néanmoins d'importantes perspectives puisqu'il nous permet :

- une adaptation au processus discontinu d'acquisition de connaissance sur l'objet architectural ;
- une adaptation à des données, des informations et des applications fortement hétérogènes ;
- la mise en œuvre de traitements comparatifs sur cet ensemble de données et d'informations ;
- la compatibilité avec des modes de représentations alternatifs ;
- la compatibilité avec un modèle déterministe incontournable en phase aval de l'étude ;
- la mise en œuvre de dispositifs graphiques permettant d'évaluer visuellement notre niveau de connaissance, et donc ses manques.

Nous pensons que ce travail démontre que le cadre méthodologique proposé n'induit pas une *réduction* du problème, une *simplification* du problème, mais plutôt une *structuration* et une *pérennisation* de l'effort d'analyse. En ce sens, il nous semble pouvoir prétendre assister un processus d'acquisition de connaissance qui tire partie du caractère spatialisable des données manipulées et s'adapte à leur caractère évolutif.

Références

Bertin, J. (1998). *Sémiologie graphique*. Editions EHESS (réédition 1967)

Blaise, J.Y et I. Dudek (2004a*). Règles d'identification et méthodes de visualisation d'objets architecturaux*, Clermont-Ferrand : actes de conf. EGC'04.

Blaise, J.Y et I. Dudek (2004b). *Dynamic Representations for Information Visualisation and Retrieval*, Cavtat : actes de conf. ITI'04.

Blaise, J.Y et I. Dudek (2005). *Using abstraction levels in the visual exploitation of a knowledge acquisition process*, Graz :actes de conf. I-KNOW 05.

Bocheński, J.M.I. (1992). W*spółczesne metody myślenia*, Poznań : W Drodze.

Bonfigli, et al. (2000). *Nu.M.E.: a WWW Virtual Historic Museum of the City of Bologna* actes conf. SAC 2000.

Le Corbusier (1958). *Le Modulor.* Editions de l'Architecture d'aujourd'hui, collection Ascoral

De Luca L., et al. (2003), *Cultural Heritage Recording with Laser Scanning, Computer Vision and Exploitation of Architectural Rules*. Ancona : ISPRS conf.

Ducournau, R., et al. (1998) *Langages et modèles à objets. Etat des recherches et perspectives.* Publié par l'INRIA .

Fichet, F. (1979). *La théorie architecturale à l'âge classique*. Editions Pierre Mardaga

Francis, S. (1999). *The importance of being abstract.* Liverpool : actes conf. ECAADE'99

Kantner, J. (2000). *Realism vs Reality: creating virtual reconstructions of prehistoric architecture*. [in] Virtual reality in archaeology. Oxford : Archeopress.

Lemoigne, J.L. (1977). *La théorie du système général - théorie de la modélisation.* PUF

Renolen, A. (1997). *Conceptual modelling and spatiotemporal information systems : how to model the real world.* [in] Proc. SCANGIS'97

Sebillo, M. (2003). *A Web-GIS for promoting archaeological assets*. Paris : actes ICHIM'03.

Salonia, et al. (2004). *Virtual reality metaphor for data handling and retrieval (...).*actes conférence EVA 2004

Spaccapietra, S., et al. (2004). *On Spatial Ontologies.* GeoInfo'04 conf.

Tufte, E.R. (2001). *Envisioning information*, Chershire : Graphics Press (réed. 1990).

Tufte, E.R. (1997). *Visual Explanations*; Chershire : Graphics Press.

Summary

In order to understand and represent the evolutions of architectural artefacts, an issue renewed by the development of information technologies, an analyst bases its study on pieces of knowledge and information progressively gathered and filtered. In our domain of interest *i.e.* the architectural heritage, these elements are often space related (a link between the artefact's description and its location λ is possible) but they also have some features uneasy to deal with (ex. heterogeneity, ambiguity, contradicting character, etc.). We take advantage of the space-relation property in order to gather and unify the various pieces of knowledge related to an artefact: generic knowledge, documentation, present-day observations. This approach, that we have named *informative modelling*, aims at gaining insight into an architectural artefact's evolution and into the information gathered about it. Our contribution introduces the scientific background of our approach, and the methodological framework we have derived from it. It also discusses its implementation - the Main Square in Cracow (Poland) - in order to evaluate the possible benefits in terms of knowledge management and visualisation.