

Métamodèles pour le développement de services de visualisation supports à l'activité collective en Architecture.

Sylvain Kubicki¹² & Gilles Halin¹

¹ MAP-CRAI – UMR CNRS Culture n° 3495
École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy
2, rue Bastien Lepage. 54001 Nancy

² Centre de Recherche Public Henri Tudor
29 avenue JF Kennedy. L-1855 Luxembourg

RÉSUMÉ. L'activité de conception/construction est fortement collective. Son assistance par des outils numériques se confronte à la complexité et à la particularité des processus collectifs mis en œuvre dans un projet architectural. La proposition d'outils adaptés à ce contexte singulier de coopération nécessite une compréhension soutenue et pérenne des pratiques collaboratives et des usages actuels et émergents. La méthode de conception de services logiciels collaboratifs proposée ici est une méthode « centrée pratiques et usages ». Elle s'appuie sur la constitution et le raffinement progressif, à chacune des étapes, de modèles conformes à des méta-modèles pour décrire les pratiques collaboratives, les usages et les services à mettre en œuvre. Après une caractérisation des processus collectifs, l'article présente ici les différents méta-modèles et les applications liées à la méthode.

MOTS-CLÉS : contexte collaboratif, méthode centrée usage, conception de services, approche par les modèles, IDM, IHM.

1. Introduction

Le développement d'outils pour l'assistance à la conception/construction en architecture connaît un véritable essor. Les *collecti-*

ciels sont aujourd'hui nombreux et de plus en plus utilisés par les acteurs du secteur.

L'innovation passe désormais par des services d'assistance à l'activité collective de plus en plus spécifiques, adaptés aux particularités collaboratives des projets. La prise en compte du rôle des intervenants par les outils est également essentielle, et conduit notamment à appréhender leurs besoins et habitudes en matière d'utilisation des technologies informatiques. Les dernières techniques de visualisation d'information permettent d'améliorer les interfaces homme-machine utilisées dans les outils, particulièrement dans des domaines où la représentation graphique joue un rôle majeur dans la communication.

Cependant, la conception de systèmes informatiques répondant à ces caractéristiques fait face à la complexité des processus collectifs en architecture. Le Centre de Recherche Public Henri Tudor et laboratoire MAP-CRAI de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy sont impliqués dans des projets de recherche et d'innovation dont la finalité est de concevoir de nouveaux systèmes d'assistance à la coopération en architecture. Dans ce contexte, des recherches portent sur la compréhension et la modélisation de la coopération, ainsi que sur la définition de méthodes de conception de services informatiques.

Le présent article fait état des différents métamodèles qui ont été établis comme supports à ces développements. L'approche retenue, dite de métamodélisation, tente d'aborder cette complexité des processus collectifs en conception/construction par la représentation distincte 1) du contexte coopératif, 2) des pratiques professionnelles et usages liés à la technologie, et enfin 3) des services de visualisation.

La section suivante décrit la complexité des processus collectifs qu'il faut appréhender dans l'optique de proposer une assistance par des outils numériques. Puis la section 3 expose la méthode de conception suivie et les différents métamodèles originaux conçus dans cette optique. Enfin des exemples d'utilisation de cette approche seront esquissés en section 4.

2. Processus collectifs en architecture et assistance numérique

Souvent abordés par leurs caractéristiques ou leurs dysfonctionnements, les processus de conception/construction en architecture révèlent avant tout une nature complexe. Il est pourtant essentiel de les comprendre pour les conduire ou encore proposer une assistance numérique.

2.1 Processus collectifs dans un projet de conception/construction.

Un projet de conception/réalisation est unique de par son programme, son implantation et tous les choix de conception pris par les équipes de projet. Mais le projet d'architecture est également un *terrain de partage d'expertises multiples* : les « points de vues » sur le projet des acteurs qui s'y impliquent sont très différents (Hanrot, 2005). Les intervenants sont nombreux et une forte interdépendance temporelle et topologique de leurs interventions rend leur coordination toujours plus difficile. Tout bâtiment étant par nature un prototype, la reproductibilité des *opérations* est donc limitée d'un projet à l'autre. La capitalisation de connaissance telle qu'elle est mise en œuvre dans d'autres domaines d'ingénierie est presque impossible dans celui du bâtiment. L'activité de réalisation (le chantier) s'effectue évidemment « sur site » et des problèmes non anticipés apparaissent souvent. Les *artéfacts*, supports à la description du projet, sont de natures variées : documents 2D, maquettes, maquettes 3D, pièces écrites ou images. En marge de ces documents propres au projet, de nombreux textes réglementaires sont cités en référence dans les documents contractuels. Enfin, d'autres documents servent de supports de transmission de l'information de coordination, comme les comptes-rendus de chantier. Ces documents nombreux posent une vraie difficulté à la gestion des processus collectifs. Il est notamment difficile de les maintenir à jour, et d'assurer leur cohérence relative. Cela est vrai dans les phases de conception, au vu des évolutions rapides de la définition du projet, et aussi dans les phases de construction vue l'étendue des détails à anticiper.

2.2 Une assistance numérique complexe

Face à ce contexte coopératif complexe, la question de l'assistance par l'outil informatique se pose notamment depuis l'avènement de la CAO. La problématique des échanges de données s'intéresse notamment aux formats permettant l'échange d'information entre les différents métiers, et leurs logiciels respectifs.

Plus récemment, ce sont les outils numériques de coopération qui font l'objet de recherche et d'innovation. Ils permettent en effet de répondre à de nouveaux défis du secteur de l'architecture en proposant des fonctionnalités d'assistance au travail distant et asynchrone.

Cependant, force est de constater la multitude de situations auxquelles ces outils doivent faire face. Si les problèmes culturels posent question

(langue commune, horaires de travail etc.), d'autres questionnements peuvent être soulevés comme des freins à l'usage de collecticiels :

- Assistent-ils vraiment la manière dont les acteurs du projet travailleraient sans leur présence ?
- Sont-ils imposés, ou fruits d'un consensus établi par leurs principaux utilisateurs ?

2.3 Hypothèses

L'appropriation de l'outillage collaboratif par les acteurs des projets de conception/construction est une problématique complexe. Elle repose pour partie sur des fondements sociologiques, mais également sur *l'adéquation des fonctionnalités aux « besoins métiers »*. Les approches « services », vers lesquelles tend aujourd'hui le domaine du génie logiciel, nous semble fournir un cadre méthodologique et conceptuel pour définir les modèles décrivant l'outillage numérique. Par ailleurs, ces approches recourent à des méthodes de conception déjà éprouvées en GL ou en IHM.

3. Une approche guidée par les modèles

3.1 Motivation

La définition de modèles décrivant l'ensemble des éléments manipulés dans un outil informatique est une démarche partagée dans différentes formes d'ingénierie du logiciel. L'ingénierie des SI et de l'IHM ont été particulièrement intéressés par cette approche motivée notamment par la vision préconisée par l'OMG¹ promouvant l'utilisation de modèles, basés sur le standard UML, comme produit pérenne et interopérable du génie logiciel. Plus généralement, l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) met en avant le concept de « modèle » comme central dans la conception de logiciel ; il représente à la fois le produit de la conception mais aussi le savoir-faire des concepteurs de ce produit. Le code source du logiciel prend alors un statut secondaire dans la conception ; il est obtenu à partir des modèles par la mise en œuvre de nouveaux mécanismes (transformation, tissage) étudiés et outillés par les chercheurs de domaine de l'IDM [Dupuy-Chessa, 2011].

¹ Object Management Group

Afin de construire des modèles décrivant un aspect particulier de la conception d'outil logiciel, il faut manipuler les concepts propres à l'aspect que l'on souhaite décrire. L'ensemble de ces concepts sont ceux qui sont présents dans le méta-modèle auquel chaque modèle produit se conforme. La définition de meta-modèles est alors une étape essentielle dans la mise en œuvre de méthodes de conception d'outils logiciels.

3.2 Méthode pour la conception de Services de Visualisation Adaptés

La proposition d'une méthode « centrée usage », pour la conception de services de visualisation adaptés aux différents acteurs de l'activité de conception/construction coopérative, s'inscrit dans cette démarche préconisée par l'IDM. Cette méthode, inspirée des approches de conception d'IHM et de logiciels, supporte la spécification de services de visualisation innovants. Elle identifie des pratiques collaboratives émergentes reposant sur des usages de services logiciels spécifiques à une activité collective.

Ainsi, à chaque étape de cette méthode (Figure 1), des modèles sont produits et permettent la caractérisation 1) du *contexte de coopération*, 2) des *pratiques et usages* visés, et finalement 3) des *services de visualisation adaptés* supports à l'activité collective.

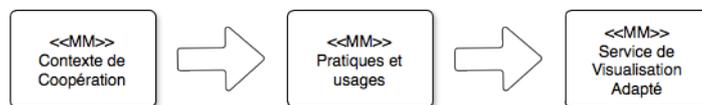


Figure 1 : Principales étapes de la méthode de conception de services de visualisation.

Pour définir les concepts utilisables dans chacun de ces modèles, nous avons défini un ensemble de méta-modèles (<<MM>> sur la figure) permettant à chacune des étapes de se focaliser sur les aspects pertinents, essentiels et utiles à la mise en forme des besoins préconisés par ladite étape.

Mais tout d'abord, chaque activité collective se caractérise par un contexte qui lui est propre (Kubicki et al. 2006). Les différents services logiciels, proposés aux acteurs, vont collecter l'information sur ce contexte. Sa description, que nous nommons « contexte de coopération », constitue une étape essentielle de la méthode.

Derrière cette notion de finalité, les pratiques (Figure 3) permettent d'identifier les *objectifs métiers collectifs* fixés pour mener à bien un projet de conception/construction (Zignale et al., 2010). Il est ainsi possible de distinguer des finalités génériques, reconnues dans l'ensemble des projets de construction, et des finalités spécifiques ou particulières à un projet, puis d'observer quelles peuvent être les relations qui les unissent.

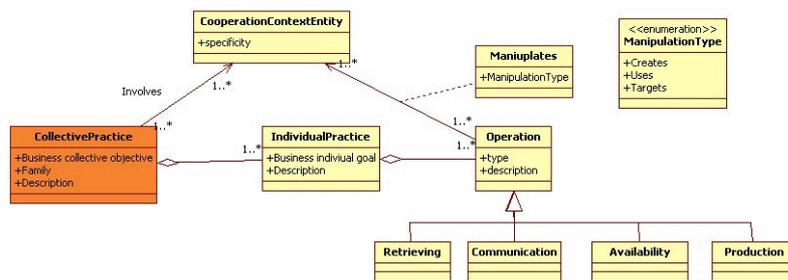


Figure 3 : Métamodèle de pratiques collectives et individuelles.

Les pratiques collectives (PC) sont caractérisées par un ensemble d'acteurs ayant une finalité commune. Elles engendrent des pratiques individuelles (PI) décrivant le comportement de chacun, selon son rôle dans le processus de projet et son contexte de travail (contexte acteur, temporel...).

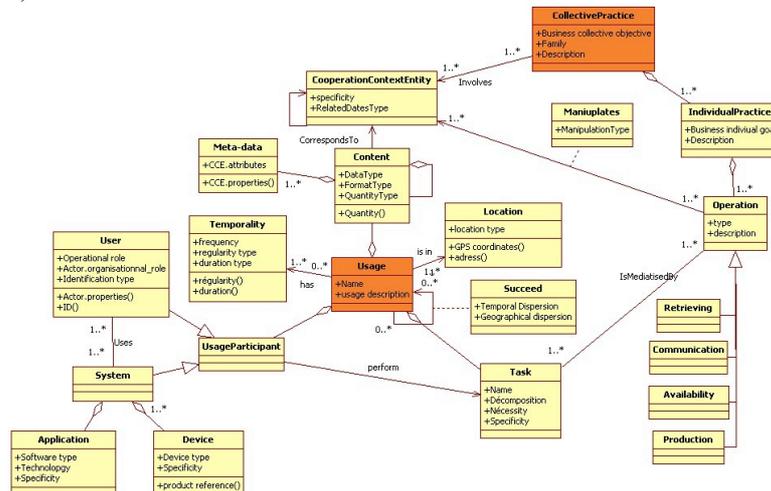


Figure 4 : Métamodèle des usages liés à l'utilisation d'une assistance numérique.

Ces pratiques permettent de décrire l'activité collective, en dehors de toute prise en compte de l'outillage numérique de la coopération. Ces aspects sont néanmoins importants dans la conception du service, et notre métamodèle d'usage (Figure 4) a pour objectif de déterminer, pour chaque pratique « métier », les *conditions de son instrumentation*.

3.5 Des usages au Service de Visualisation Adapté

Une branche de la discipline IDM (Ingénierie Dirigée par les Modèles) s'intéresse au potentiel des modèles pour la conception d'application et la génération d'Interfaces Homme-Machine (IHM). De plus, de nombreux modèles ont été proposés, pour répondre à différentes perspectives sur l'IHM envisagées par les chercheurs : modèles utilisateur, modèles de tâches, modèles d'usages, modèles de dialogue, modèles de présentation, architecture logicielle etc. (Constantine et Lockwood, 2002 ; Lucquiaud, 2005 ; Vanderdonck, 2005 ; Sottet et al., 2005).

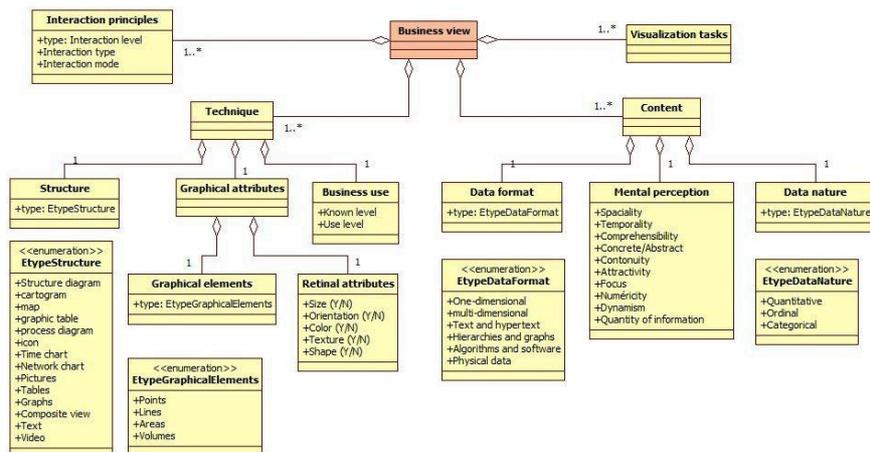


Figure 5 : Métamodèle décrivant les propriétés des vues métiers permettant la conception des Services de Visualisation Adaptés.

Le métamodèle de Service de Visualisation Adapté (Figure 5) a pour principal objectif de décrire les « vues métiers » utilisables par les acteurs d'un projet collectif (Botton et al., 2011). Notre hypothèse est que le service de visualisation sera « adapté » si son modèle est défini en cohérence avec le modèle d'usage de la vue (cf. section 3.4).

4. Applications

La méthode présentée doit permettre de réaliser des modèles cohérents. Des outils développés « sur mesure » nous permettent aujourd'hui de créer graphiquement ces modèles², en assurant leur cohérence avec les principes définis dans les métamodèles. Une fois les modèles définis, ils peuvent servir de support au dialogue avec les utilisateurs du service ou encore de spécification fournie au développeur informatique.

Cette *méthode d'innovation* a été co-construite en parallèle de la réalisation de projets de recherche et de développements de services, menés par le MAP-CRAI et le CRP Henri Tudor (Tableau 1). Nous proposons de lister ci-dessous la nature de ces projets, des métamodèles utilisés et d'expliquer quelle mise en œuvre des modèles a été retenue.

Tableau 1. Applications de la méthode.

Projet	Nature du projet et résultats	Métamodèle(s) utilisé(s)	Remarque sur la mise en œuvre et les objectifs
<i>Bat'Map</i> [Hanser et al. 2001]	[Recherche] Prototypage de représentation d'un contexte de coopération.	MM Contexte de coopération (MMCC)	La réalisation d'un modèle du CC permet sa visualisation dans une interface basée sur un hypergraphe.
<i>Bat'iViews</i> et <i>Bat'iTrust</i> [Halin & Kubicki 2008 ; Guerriero et al. 2009]	[Recherche] Prototypes de multi-visualisation d'une contexte de coopération.	MM Contexte de Coopération et MM de Service de Visualisation	Les modèles des services de visualisation permettent de décrire les nombreuses vues utiles, et de gérer les relations entre ces vues dans une interface multi-vues.
<i>CRTI-weB</i> ©	[Innovation] Plateforme de gestion de projets de construction	MM Contexte de Coopération et MM Pratiques	Les modèles de pratiques ont été utilisés pour définir les pratiques collectives « consensuelles » de gestion de projet auxquelles la plateforme doit répondre.
<i>MoBuild</i> © [Guerriero et al. 2011]	[Recherche et Innovation] Prototypage d'application mobile pour le suivi de chantier.	MM Pratiques et Usages	L'application mobile « générique » sert à détecter de nouvelles pratiques et de nouveaux usages de gestion de chantier. Les modèles de pratiques et d'usages structurent cette démarche d'innovation.

² Eclipse GMF permet notamment de définir le métamodèle au format ECORE et de l'instantier à l'aide d'une interface graphique contrôlée.

Ces modèles, s'ils sont mis en relation avec des modèles « concrets » de service ou d'interface utilisateur³, peuvent également servir de point de départ « métier » à la génération automatique d'interface. Ces techniques issues du domaine de l'ingénierie logicielle sont encore au stade de la recherche mais semblent très prometteuses. Elles permettent par exemple de faire varier des éléments fonctionnels du service ou des éléments graphiques de l'interface pour s'adapter aux besoins de leurs utilisateurs, définis dans les modèles en amont.

5. Conclusion

Cet article présente une méthode pour la conception de services de visualisation innovants, dédiés à l'assistance à l'activité collective en conception/construction architecturale. Elle se démarque des méthodes « centrées utilisateurs » actuellement étudiées en conception d'IHM, en cherchant à intégrer les « pratiques collectives métiers » des futurs utilisateurs, tout en les appréhendant de manière indépendante des « usages numériques ». De plus, le métamodèle de services de visualisation tente de représenter les vues métiers couramment utilisées dans le secteur de l'Architecture, et parfois difficile à décrire avec les modèles d'IHM courants.

Nos perspectives portent d'abord sur la validation de ces métamodèles à travers d'autres cas d'étude. D'autre part, la traçabilité des modèles et de leurs évolutions nous paraît importante pour suivre les étapes de développement d'un service, justifier les choix et assister la prise de décision.

Remerciements

Nous remercions les différents contributeurs à l'élaboration de cette méthode : Conrad Boton, Daniel Zignale, Damien Hanser et Annie Guerriero.

Références

Boton, C., Kubicki, S., & Halin, G. (2011). *Understanding pre-construction simulation activities to adapt visualization in 4D CAD collaborative tools*. Conférence CAAD Futures. Liège, Belgium.

³ Voir par exemple ici la spécification UsiXML : <http://www.usixml.org>

- Constantine, L., & Lockwood, L. (2002). Usage-centered engineering for Web applications. *IEEE Software*, 19(2), 42-50.
- Dupuy-Chessa, S. (2011). *Modélisation en Interaction Homme-Machine et en Système d'Information : A la croisée des chemins*. Habilitation à Diriger les Recherches. Université de Grenoble.
- Guerriero, A., Kubicki, S., & Halin, G. (2009). Towards Trust-Based Construction Management. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering Journal*. 25(4), 253-268.
- Guerriero, A., Kubicki, S., & Schwartz, L. (2011). *Design and assessment of prospective mobile services for construction*. CIB W78-W102 Conference. October 26-28, 2011. Sophia-Antipolis, France.
- Halin, G., & Kubicki, S. (2008). Une approche par les modèles pour le suivi de l'activité coopérative de construction d'un bâtiment. Une interface multi-vues et des services métiers orientés gestion de chantier. *Revue ISI (Revue des Sciences et Technologies de l'Information. Série Ingénierie des Systèmes d'Information)*. 13(4).
- Hanrot, S. (2005). Une évaluation de la qualité architecturale relative aux points de vue des acteurs. *Cahiers RAMAU*, n°5, 111-126.
- Hanser, D., Halin, G., & Bignon, J.C. (2001). *Relation-Based Groupware For Heterogeneous Design Teams*. 19th ECAADE conference Education for Computer Aided Architectural Design in Europe, Helsinki, Finland, 28-31 août 2001.
- Kubicki, S., Bignon, J.C., Halin, G. & Humbert, P. (2006). Assistance to building construction coordination – towards a multi-view cooperative platform. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 11, 565-586.
- Lucquiaud, V. (2005). *Proposition d'un noyau et d'une structure pour les modèles de tâches orientés utilisateurs*. IHM - 17^{ème} Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, 27-30 septembre, Toulouse, France.
- Sottet J.-S., Calvary G., & Favre J. M. (2005). *Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine Dirigée par les Modèles*. IDM'05 Premières Journées sur l'Ingénierie Dirigée par les Modèles. 30 juin - 1er juillet, 2005. Paris.
- Vanderdonckt, J. (2005). *A MDA-Compliant Environment for Developing User Interfaces of Information Systems*. CAISE 2005 - 17th Conference on Advanced Information Systems Engineering, Porto, Portugal.
- Ward, M., Thorpe, T., Price, A. & Wren, C. (2004). Implementation and control of wireless data collection on construction sites. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 9, 297-311.
- Zignale, D., Kubicki, S. & Halin, G. (2010). *Pratiques et usages collaboratifs dans un projet de conception/construction à caractère environnemental. Vers une méthode de spécification des services dans les collecticiels*. SCAN'10, Marseille, France.