

Projet de recherche appliquée SpatioData

Spécification d'un système participatif pour la réutilisation de données sporadiques sur le bâtiment

Samia Ben Rajeb¹, Vincent Delfosse², Christelle Boulanger¹, Aurélie Jeunejean¹,
Cyril Carré², Roland Billen², Pierre Leclercq¹

¹ LUCID-ULg, Université de Liège

² Géomatique-ULg, Université de Liège

{samia.benrajeb, vincent.delfosse, christelle.boulanger,
aurelie.jeunejean, cyril.carre, rbillen,
pierre.leclercq}@ulg.ac.be

Résumé. Cet article présente un projet de recherche nommé SpatioData qui a duré trois ans et dont l'objectif visait l'exploitation de nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) pour proposer un outil innovant permettant la réutilisation d'informations liées au bâtiment. Nous montrerons, au travers d'enquêtes et d'interviews, l'importance de faciliter l'accès aux données rattachées à l'historique du bâtiment *via* un système innovant et intuitif qui permettra à tous les acteurs du secteur de la construction et de la gestion immobilière de trouver et de partager des informations utiles, c'est-à-dire des données spécialisées, contextualisées et spatialisées, en temps réel. Nous listerons des recommandations afin que ces données, qui auraient été perdues ou jetées, puissent être automatiquement mises en relation avec le lieu de l'intervention (géoréférencement) et le type d'intervenant (utilisateur) permettant ainsi de compléter une base de données spatialisées basée sur un modèle de bâtiment spécifique.

Mots clés. Activité participative, construction, base de données partagée, réutilisation de l'information, TIC, démarche centrée utilisateurs.

1 Introduction

Au cours du cycle de vie d'un bâtiment, quantité d'informations sont utilisées par divers acteurs ayant des objectifs spécifiques dans différents contextes (Midler et Jouini, 1996). Nombre de ces informations « à usage unique » seront saisies puis jetées, que ce soit par un intervenant venant vérifier certains paramètres avant son intervention, un usager prenant en photo un dégât

en vue d'une réparation rapide ou un ouvrier qui photographie les canalisations avant qu'elles ne soient recouvertes par une chape de béton. Malheureusement, ces données dites « sporadiques » ne sont que rarement partagées et restent à l'usage de celui qui les a produites. Après utilisation, elles sont soit archivées dans un dossier, soit jetées ou effacées. Or, une information produite par un acteur dans un contexte donné peut être utile à un autre acteur dans un contexte différent. En effet, il semble que la plupart du temps, chaque acteur soit contraint de faire ses propres investigations afin de pouvoir remplir sa mission de manière adéquate.

Pourtant, ces informations existent à travers les données aléatoires, irrégulières et non coordonnées que d'autres intervenants, architectes ou gestionnaires de bâtiment, produisent sous forme de notes ou de photos prises à la volée dans l'objectif de garder un souvenir d'une réalisation, d'une question ou d'une solution liée (Marquis et al., 1997).

Comment, dès lors, permettre la réutilisation et recyclage de ces données sporadiques ? Comment permettre l'accès à ces informations aux personnes qui en ont besoin, souvent différentes et inconnues de la personne qui les a générées, peut-être plusieurs mois ou plusieurs années après leur création ?

Tel est l'enjeu que la recherche - principalement appliquée - exposée dans cet article se donne : interroger l'exploitation de ces données sporadiques dans le secteur de la construction et de la gestion immobilière en vue de permettre leur réutilisation à partir d'un outil innovant basé sur de nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) rendant l'information spécialisée, contextualisée et spatialisée.

Cet article expose, dans un premier temps, le cadre dans lequel a évolué notre recherche. Il présente, dans un deuxième temps, la méthode adoptée pour l'analyse des données issues de nos entretiens au travers de l'identification des intervenants cibles et la spécification de leurs requêtes. A l'issue de ces analyses, des recommandations d'outil sont proposées, suivies par le principe d'élaboration du système participatif SpatioData, ayant pour visée la gestion et la réutilisation intuitive et conviviale de données sporadiques produites au cours de la vie d'un bâtiment.

2 Cadre et questions de recherche

L'objet de cet article s'insère dans le cadre du programme WIST, financé par la Direction Générale Opérationnelle de l'Economie, de l'Emploi & de la Recherche de Wallonie. Cette recherche sur trois ans réunit 4 structures:

- le laboratoire LUCID-ULg, apportant son expertise informatique en modèles de bâtiments ainsi que ses compétences et connaissances en ergonomie et en interfaces homme-machine¹ ;
- le laboratoire (Géomatique-ULg), apportant son expertise en modélisation de données et en géo-référencement² ;
- le laboratoire ELEN de l'UCL, amenant son expertise en extraction automatique de données et en segmentation de plans et d'images³ ;
- le CSTC, apportant son expertise dans les activités liées à la construction, ses liens avec les industries concernées ainsi que la conduite de la valorisation de la recherche⁴.

L'objectif de ce consortium est de proposer une plateforme accessible depuis le Web, à partir d'une station de travail ou d'un dispositif mobile (smartphones ou ardoises digitales) et dotée d'une interface innovante, basée sur les pratiques et les métiers entourant le secteur du bâtiment. Celle-ci permettrait à tout intervenant autorisé, sans apprentissage d'un logiciel complexe, non seulement d'accéder à l'information pratique ou technique dont il a besoin mais aussi de constituer de la connaissance relative au bien immobilier sans avoir à l'organiser. Ces informations peuvent être déposées sous divers formats : photos, plans, croquis, textes, etc. L'innovation scientifique de ce projet repose donc sur une organisation spatialisée de l'information, qui permet d'entretenir des liens topologiques et sémantiques pertinents entre des données sporadiques arrivant de **façon aléatoire, irrégulière et non coordonnée**.

Nous partons de l'hypothèse que ces **données sporadiques** pourraient acquérir par la suite une nouvelle valeur ajoutée car, croisées avec d'autres données, elles enrichissent et servent d'autres usages et exploitations relatifs au bâtiment. Ainsi, tout intervenant ayant de nouvelles données pourrait les ajouter à cette plateforme sans avoir à les organiser, tout en permettant à d'autres intervenants de les retrouver, de les réutiliser et/ou de les recycler pour d'autres besoins. Ces données sporadiques, mises bout à bout, fournissent une représentation originale du bâtiment.

La plateforme visée ici et basée sur la gestion de l'information impliquerait donc des données qui se veulent :

- Spécialisées : quelles informations sont réellement pertinentes pour nos utilisateurs potentiels, en fonction de l'objet de leur activité ? Lesquelles vont leur apporter une aide et augmenter leur efficacité ?
- Contextualisées : quelles informations sont utiles en fonction du contexte du bâtiment, de son agencement, etc. ?

¹ <http://www.lucid.ulg.ac.be/welcome>

² <http://www.geo.ulg.ac.be>

³ <https://sites.uclouvain.be/elan/>

⁴ <http://www.cstc.be/>

- Spatialisées : comment représenter l'information spatiale, quelles relations entretiennent les espaces entre eux en fonction du contexte et de l'objectif de l'utilisation ?

Telles sont les questions qui sont traitées dans cet article à partir d'analyses approfondies du type d'informations nécessaires et pertinentes en fonction des divers contextes d'utilisation dans lesquels ces données **sporadiques** seraient réutilisées.

3 Méthode de recherche

Pour répondre à nos questions et spécifier les recommandations nécessaires pour la définition d'un système participatif (Garrigou et al., 1995 ; Caelan, 2009), la démarche adoptée ici est centrée utilisateurs. La méthode mise en place dans ce cas est basée sur un ensemble d'entretiens à partir duquel des catégories de données et des types de requêtes ont été proposées et des types.

3.1 Population interviewée

Dans le cadre de cette recherche, nous avons rencontré et interviewé une vingtaine d'acteurs classés selon trois groupes correspondant à leur rôle au sein du bâtiment. Nous avons identifié pour chacun de ces groupes les informations et les données qui leur sont utiles dans le cadre de leurs interventions.

- **Les intervenants du bâtiment** (*chauffagistes, menuisiers, électriciens, etc.*). Les différents intervenants du bâtiment rencontrés ont besoin de connaître toute une série d'informations relatives aux éléments cachés du bâtiment, à la composition et à la structure des éléments (murs, chape, toit, sol), au lieu d'intervention, aux états des équipements existants et leur vétusté ou encore aux spécifications techniques, etc. Les informations obtenues par investigation peuvent être photographiées ou notées sur un carnet ou encore tracées directement sur le mur ou le sol jusqu'à la réalisation du travail. Outre ces informations recherchées, les intervenants du bâtiment en produisent d'autres selon la demande de leur client.
- **Les gestionnaires de bâtiment** (*syndics, ressources immobilières, etc.*). Ces acteurs ont besoin de disposer d'autres informations leur permettant de gérer le bâtiment, dont des données administratives relatives aux travaux réalisés ou à la maintenance du bâtiment, des données leur permettant d'orienter un intervenant dans le bâtiment, des données qui doivent obligatoirement être transmises à tout intervenant, des documents techniques des équipements, ainsi que le degré de vétusté de certains éléments. Dans le cas d'un syndic, ces données, prenant généralement la forme de documents, de photos ou de notes, restent la propriété du syndic et ne sont pas transférées

au gestionnaire suivant s'il y a changement de syndic, hormis les données obligatoires liées à la comptabilité de l'immeuble. Or, ces données sont précieuses pour la gestion du bâtiment sans avoir à refaire le relevé iconographique pour recenser toutes ces informations à chaque fois.

- **Les gestionnaires de chantier** (*architectes, entrepreneurs, etc.*). Afin de gérer leur projet, ces intervenants ont besoin de recueillir un maximum d'informations sur la situation existante, dont la position des impétrants, le règlement urbanistique, la configuration du site, la composition de certains éléments cachés, la présence d'amiante, les plans de niveaux entre deux bâtiments mitoyens ou entre deux pièces, les structures, l'état et la nature des matériaux, la présence d'éléments classés, etc. Toutes ces données sont rarement disponibles directement et si elles existent, elles demeurent peu fiables. Des sondages coûteux et destructeurs sont donc la plupart du temps nécessaires.

A partir des enquêtes et interviews réalisées avec ces différents acteurs cibles, plusieurs données ont été recueillies⁵ et analysées afin de pouvoir définir les scénarios potentiels d'utilisation du système. Une classification des scénarios, selon le contexte d'utilisation des informations, selon l'élément du bâtiment concerné et selon le type d'acteur, a permis de spécifier des types de requêtes auxquelles le système SpatioData sera susceptible de pouvoir répondre.

3.2 Analyse des données recueillies et spécifications des requêtes

Nous avons axé nos entretiens sur les données sporadiques recherchées, utilisées et échangées par ces acteurs cibles⁶. Ces données sont identifiées et analysées selon trois catégories :

- **les données sur l'existant** : la composition du bâtiment et de ses éléments, les données du site, les éléments de construction, les plans, etc. Ces données sont relatives au bâtiment et à son environnement externe en tant qu'objets de construction. Il peut s'agir de constatations, photos ou notes prises lors de visites du bâtiment ou encore des données qui sont liées à la sécurité (présence d'amiante, de produits inflammable, etc.).
- **les données pour le chantier** : les données et informations qui permettent de réaliser le chantier. Ces données ne sont généralement plus utilisées après le chantier : par exemple, les plans d'exécution, les données de mise en œuvre, etc.

⁵ Programme WIST3 - SpatioData, *the Building Story Book Rapport scientifique n°1, « Consultation acteurs applicatifs »*, 2012.

⁶ Programme WIST3 - SpatioData, *the Building Story Book Rapport scientifique n°1 « Utilisation »*, 2012

- **les données de gestion** : ces données sont relatives à la gestion administrative ou de maintenance du bâtiment. Il s'agit de rapports, de documents, de factures, de tableaux, de listes reprenant l'ensemble des informations permettant d'assurer la gestion du bâtiment au cours de sa vie, etc. Généralement ces données sont fiables car gérées par un gestionnaire. Elles sont peu partagées car elles sont utiles pour le gestionnaire lui-même.

Le tableau suivant énumère les données utilisées par chacun des groupes cibles :

<i>TYPE D'INFORMATION RECHERCHEE</i>	<i>GROUPE 1 (intervenants)</i>	<i>GROUPE 2 (gestionnaires bâtiment)</i>	<i>GROUPE 3 (gestionnaires chantier)</i>	TOTAL
Document	5	20	27	52
Position	9	8	7	24
Structure	7		6	13
Présence et position	10		2	12
Configuration / accès		2	6	8
Type	4		2	6
Spécifications techniques (Puissance, résistance, portée,...)	2	1	3	6
Date		5		5
Etat	3	2		5
Dimension / Niveau	2		2	4
Réseau / lien		2	1	2
Présence	1			1
Délai		1		1
Mesure			1	1
TOTAL	43	41	57	141

Tableau 1. Analyse des scénarios

L'analyse de ce tableau nous permet de définir les priorités de la base de données et le type de requêtes qu'elle doit supporter.

Ainsi, nous voyons qu'un tiers des scénarios de recherche de données concerne des **documents précis**. En outre, ce type de requête apparaît comme le plus important pour les gestionnaires de bâtiment et de chantier par rapport aux autres requêtes.

La position des éléments du bâtiment et de son environnement est une des requêtes les plus importantes pour les trois groupes. Les éléments peuvent être relatifs à des locaux, des machineries et équipements, mais également à des éléments plus précis encore comme la position d'un câble dans un mur ou une chape. **L'information « présence et position »** d'un élément rejoint les in-

formations de position, généralement liées aux éléments cachés, classés et portants. **La structure** apparaît également comme une requête nécessaire. Disposer de cette information déjà investiguée par une tierce personne préalablement serait une grande plus-value et éviterait des sondages parfois destructeurs et coûteux. **La configuration** (du bâtiment, du site, du terrain) est une requête plusieurs fois mentionnée, qui permet de répondre à des scénarios de cheminement, d'orientation et d'organisation des éléments les uns par rapport aux autres. Si la requête ne mentionne pas explicitement un type de plan, c'est souvent dans ce format de données que les personnes ayant cité cette requête disent trouver la réponse. **Les dates** d'intervention, d'achat et de contrôle sont des données de gestion essentiellement recherchées par la deuxième catégorie de population interviewée. Viennent ensuite des requêtes sur des caractéristiques plus techniques d'éléments : **le type, l'état (de vétusté), la dimension, les spécifications techniques, les mesures ponctuelles** qui sont considérées comme informations intéressantes à connaître, sans être primordiales.

Nous pouvons ainsi définir huit types de requêtes : 1/ recherche de la position d'un élément identifié, 2/ recherche d'un élément relativement à un autre, 3/ recherche des éléments (non identifiés) qui ont telle ou telle caractéristique identifiée, 4/ recherche de l'existence ou non d'un lien entre éléments identifiés, 5/ recherche de la qualification d'un élément identifié, 6/ recherche de la qualification d'un élément identifié à un moment précis, 7/ demande d'un document identifié et, 8/ recherche d'une date ou d'un délai relatif à un événement (travaux, intervention, etc.).

Chaque élément est aussi caractérisé selon qu'il soit un élément classé, caché, portant ou dangereux. Il est par ailleurs qualifié selon son état (vétusté, salubrité, propreté), ses dimensions et mesures (surface, longueur, volume, etc.), ainsi que ses spécifications techniques (puissance, résistance, sens de portée, etc.).

4 Vers une spécification d'un système d'aide à la gestion et à la réutilisation de données sporadiques

4.1 Recommandations pour l'intégration des besoins des acteurs

A l'issue de nos entretiens, enquêtes et analyses, plusieurs recommandations d'outil ont été définies pour permettre la réutilisation de ces données sporadiques au cours de la vie d'un bâtiment. D'un point de vue ergonomique, l'utilité du système, pour le secteur de la construction et de la gestion immobilière, réside dans le développement d'une plateforme innovante participative apportant une réelle plus-value à l'activité actuelle des utilisateurs potentiels. L'aspect innovation implique aussi le développement d'un système offrant

d'autres possibilités que celles déjà offertes par les technologies actuelles. Dans ce cadre d'innovation technologique, toute information liée au bâtiment, telle qu'identifiée plus haut, devrait pouvoir être réutilisée par d'autres intervenants dans de nouveaux contextes en garantissant des liens topologiques et sémantiques pertinents entre les données sporadiques du bâtiment.

- Le système devrait pouvoir stocker des documents accessibles par mots clés.
- La gestion des documents par le système devrait être un élément essentiel de son développement.
- Le système devrait permettre de fournir des informations de localisation plus ou moins précises.
- Les éléments cachés, classés ou portants devraient pouvoir être identifiés comme tels et positionnés, si l'information existe, de manière précise et non ambiguë.
- Les éléments classés ou portants ne sont généralement pas connus de l'intervenant qui devrait pouvoir obtenir l'information par rapport à son lieu d'intervention, sans en avoir fait la demande explicite.
- Après les informations de position, l'information de type structure devrait être particulièrement développée dans le système.
- Le système SpatioData devrait intéresser les intervenants du bâtiment si la requête de présence et position peut être gérée efficacement.
- Les requêtes de configuration pourraient facilement être satisfaites par la mise à disposition d'un plan, l'utilisateur lui-même étant capable d'en déduire les implications concernant son besoin.
- Traiter le type de requêtes « date » est essentiel pour le gestionnaire de bâtiment, cible importante du système SpatioData.
- Traiter les types de requêtes concernant l'état ou la spécification technique d'un élément serait intéressant, mais moins essentiel que les requêtes précédentes.

La facilité d'accès aux informations est particulièrement recherchée au travers d'un système intuitif et convivial qui permettra à tous les acteurs de terrain ainsi qu'aux gestionnaires de parcs immobiliers de trouver et d'ajouter des informations utiles en temps réel.

4.2 Principe d'élaboration du système

Au terme de trois années de recherche, le projet SpatioData a développé un prototype opérationnel qui est maintenant en phase d'évaluation par des utilisateurs cibles. Le système se base sur une architecture client-serveur, où de nombreuses applications clientes, dédiées à des activités précises, communiquent et partagent des données grâce au serveur central. A ce jour, une appli-

cation cliente « générique » a été développée, qui répond déjà à de nombreux scénarios identifiés dans le projet. Nos travaux futurs porteront sur le développement d'applications mobiles aux interfaces beaucoup plus ciblées sur une activité donnée.

Le modèle à construire peut être considéré de différentes façons. L'objectif étant de capturer de nombreuses informations sur le bâtiment, il peut être considéré comme étant un modèle BIM au sens le plus large du terme (Bentley et al., 1996 ; Halin, 2004). Puisqu'il va principalement accueillir des documents utiles (sous forme de photos, notes, rapports d'interventions, etc.), le système peut aussi être vu comme une base de données documentaire « classique » (Wang-Baldonado, 2000). Il est également une base de données spatiale, puisque des informations de localisation y sont exploitées au maximum lorsqu'elles sont mises à disposition.

SpatioData est ainsi considéré comme étant une base de données participative, où des utilisateurs avec des expertises diverses vont pouvoir encoder des données à la volée. Le système doit donc pouvoir supporter des données éparses, incomplètes, voire contradictoires. Enfin, le serveur de données SpatioData doit proposer un modèle qui peut être exploité par une grande variété de clients différents, adaptés à des domaines et des activités différents.

Différents standards existent pour représenter les données du bâtiment, comme la norme IFC (Liebich, 2009 ; Eastman, 1995 ; Ekholm, 1996 ; El-Mekawy, 2011). Ceux-ci proposent une description technique poussée, contrainte, complète et non-ambiguë de l'information. Ils permettent des échanges puissants entre professionnels maîtrisant des outils logiciels sophistiqués, mais sont inadaptés à certains utilisateurs et aux besoins ciblés par ce projet.

Le modèle élaboré, répondant aux nombreuses exigences du projet, est décrit plus en détail dans (Delfosse 2014). Les points importants de son design sont :

- Un modèle de bâtiment très général, servant de langage commun à tous les domaines couverts par le projet. Celui-ci permet d'exprimer les espaces, les frontières, les éléments plus ponctuels et les relations d'inclusion et d'adjacence entre ces éléments.
- Un jeu de concepts extensibles, organisés sous forme d'ontologies, permettant de mieux typer les données du modèle général. Par exemple, un espace du modèle général pourra être précisé comme étant le local chaudière ou comme une salle de cours. La séparation entre le modèle simple et la multitude de concepts qu'il peut représenter permet d'atteindre à la fois une grande simplicité programmatique pour les développeurs d'applications clientes et une bibliothèque riche et extensible des concepts du bâtiment.

- Le modèle de données lui-même a été rendu extensible pour les besoins du client. Au travers des Web-Services proposés par le serveur SpatioData, les développeurs des applications clientes peuvent combiner harmonieusement les modèles de la plateforme avec leurs propres modèles. Cette démarche est détaillée dans (Delfosse 2012).

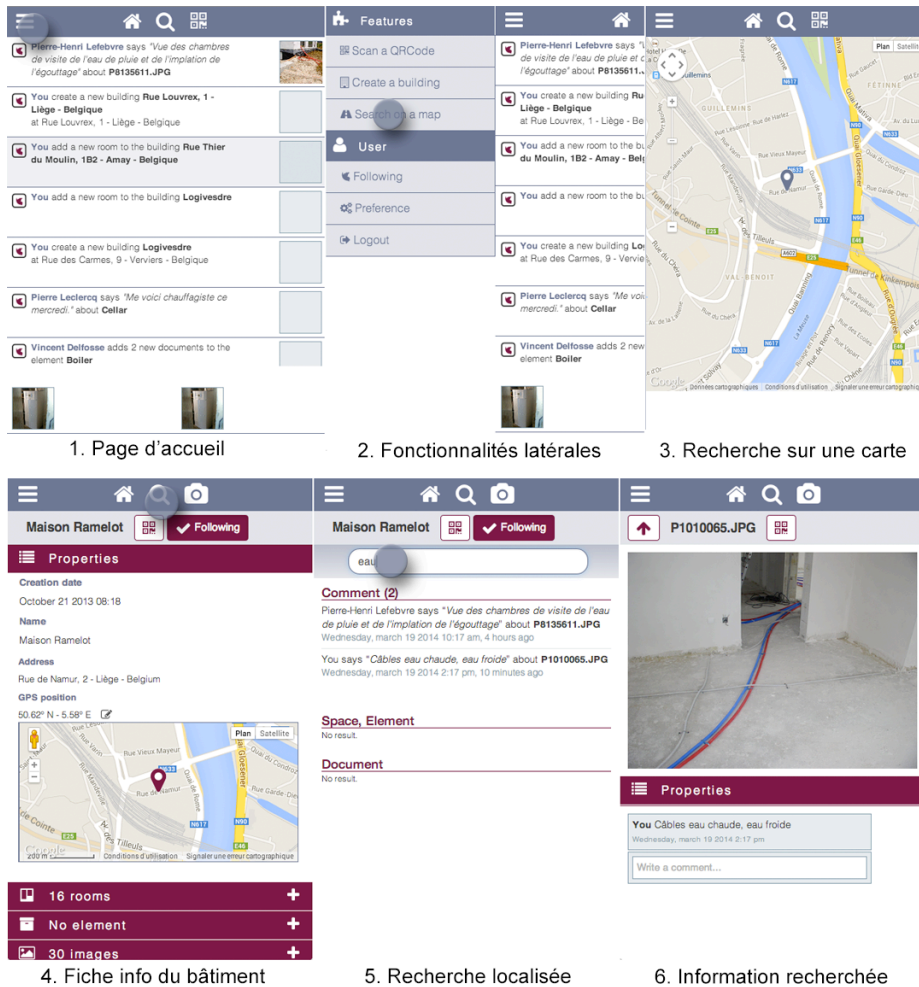


Figure 1. Scénario-type de l'application cliente

La figure 1 illustre cette application cliente au travers d'un scénario-type : un menuisier a pour mission de placer un entre-porte dans une habitation et est donc contraint de forer dans le sol. Craignant de percer un élément de canalisation qui pourrait passer à cet endroit, il interroge SpatioData via son smartphone. Depuis sa page d'accueil personnelle (1), il se rend dans la barre

de fonctionnalités latérales (2) afin de rechercher le bâtiment sur une carte. Le bâtiment identifié (3), il accède à toutes les informations qui ont été encodées par différents utilisateurs concernant celui-ci (4). Il souhaite obtenir des informations sur les canalisations d'eau. Dès lors, il insère le mot « eau » dans la barre de recherche et obtient deux résultats correspondant à des commentaires contenant ce mot (5) liés à des images. En ouvrant l'un de ces commentaires « *Câbles eau chaude, eau froide* », il visualise la photo prise par le chauffagiste qui a réalisé l'installation (6). Le menuisier visualise le passage des canalisations dans l'entre-porte et peut dès lors forer dans la chape en toute sécurité.

Cette approche, basée sur un noyau commun à toutes les activités et extensible de façon souple et uniforme, ouvre un champ inattendu de recherche. Le système SpatioData était initialement pensé pour permettre à des utilisateurs de partager toutes les informations disponibles sur le bâtiment. Or, il offre maintenant la possibilité de faire partager non seulement les données, mais aussi les modèles de données liés aux très nombreuses activités du bâtiment.

Ainsi, SpatioData peut être vu comme un système d'élaboration et de partage collaboratif de modèles UML dédiés au bâtiment.

5 Conclusion

Apports. Au travers d'entretiens, d'analyses ergonomiques et de spécifications d'outil, le projet SpatioData propose un prototype de plateforme participative qui est maintenant en phase d'évaluation par les trois groupes d'acteurs cibles. L'architecture de cette plateforme permet à une base de données centrale de servir des applications clientes variées grâce à un modèle de données commun et extensible. A ce jour, une application cliente « générique » a été développée pour répondre à de nombreux scénarios identifiés dans le cadre de cette recherche. Initialement, l'objet de cette recherche était de permettre la réutilisation des données du bâtiment. Pour ce faire, une approche originale, qui se base sur un modèle de données simple, qui peut être étendu sans en augmenter la complexité au travers des ontologies, a été mise en place.

Ce faisant, nous avons développé un système permettant le partage de données sporadiques et leur réutilisation dans un contexte autre, avec des intervenants cibles, identiques ou différents de ceux qui ont produit l'information introduite dans le système.

Limites. Certains scénarios imposent de fournir des informations légales avec un niveau de qualité et de complétude imposé. Par exemple, il est imposé d'avertir un intervenant de la présence d'amiante dans les parties qui le concerne. Si le système présenté ici peut aider à trouver cette information, il

n'offre aucune garantie d'exhaustivité ou de validité. Une approche possible pour répondre à ce problème est de proposer une qualité des services liée à la qualité des données encodées. Pour recevoir un certain niveau de services (navigation dans le bâtiment ou répondre à des aspects de sécurité), il convient d'avoir déclaré l'information comme présentant un certain niveau de qualité. Cette approche représente cependant un changement de paradigme très important par rapport aux options retenues au cours de la recherche.

A ce jour, notre plateforme a été testée avec une seule application cliente, commune à plusieurs activités. Afin de mieux valider les capacités d'extensibilité de la plateforme, il serait utile de développer ou faire développer d'autres applications clientes, dédiées à des activités ciblées.

Perspectives. Un aspect important qui a peu été considéré durant cette recherche concerne la propriété des données et la gestion des droits d'accès aux éléments du modèle. A qui appartient tel ou tel document ? Afin de répondre à cette question, une analyse des aspects légaux, de confidentialité et de sécurité du bâtiment devra être conduite. Pour ce faire, il faudra permettre la création de groupes d'utilisateurs, de groupes de données et la création de règles attribuant les droits d'accès entre ceux-ci.

Puisque le système accepte des données "tout-venant", il s'agit aussi de mettre en place des stratégies pour permettre la correction de données erronées. Faut-il prévoir des « modérateurs » au sein du système pour la validation des données sporadiques ?

Une autre perspective intéressante serait de pouvoir qualifier la pertinence d'une donnée, automatiquement (par exemple en fonction de l'expertise de celui qui encode) ou au travers d'un score fourni par les utilisateurs. La question serait donc de savoir comment mieux « évaluer » la pertinence d'une donnée qui arrive de façon isolée et non coordonnée dans le système ?

Enfin, nos travaux futurs porteront sur le développement d'applications mobiles aux interfaces beaucoup plus ciblées sur une activité donnée, afin de mieux valider les capacités d'extensibilités proposées par SpatioData.

Remerciements

Le projet SpatioData est financé par la Région wallonne dans le cadre du programme WIST 3 N°1017094.

Références bibliographiques

1. Bentley, R., Busbach, U., Sikkell, K. (1996), The Architecture of the BSCW Shared Workspace System, *Proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the Web*, Sankt Augustin, Germany.
2. Caelen, J. (2009). Conception participative par « moments » : une gestion collaborative. (Eds.) Chevalier, A., Anceaux, F., & Tijus, C., *Les activités de conception : créativité, coopération, assistance* [Numéro spécial], *Le Travail Humain*, 72(1), 79-103.
3. Delfosse, V., R. Billen et P. Leclercq (2012), UML as a schema candidate for graph databases, NoSQL Matters 2012, Koln, Germany <http://hdl.handle.net/2268/124328>
4. Delfosse, V., et al., SPATIODATA, un modèle de bâtiment non-constructif, collaboratif et multi-usage, *Séminaire de Conception Architecturale Numérique SCAN'14*, Luxembourg.
5. Eastman, C. M. et A. Siabiris (1995), A generic building product model incorporating building type information, *Automation in construction* 3(4): 283-304.
6. Ekholm, A. et S. Fridqvist (1996), Modelling of user organisations, buildings and spaces for the design process, *CIB REPORT*: 165-178.
7. El-Mekawy, M., A. Östman et K. Shahzad (2011), Towards interoperating cityGML and IFC building models: a unified model based approach, *Advances in 3D Geo-Information Sciences*, Springer: 73-93.
8. Halin G. (2004), Modèles et outils pour l'assistance à la conception. Application à la conception architecturale, *Habilitation à Diriger les Recherches*, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy.
9. Garrigou, A., Daniellou, F., Carballeda, G. et Ruaud, S. (1995), Activity Analysis in Participatory Design and Analysis of Participatory Design Activity, *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°15, 311-327.
10. Liebich, T. (2009), *IFC 2x Edition 3 Model Implementation Guide Version 2.0*, Dresden: Building SMART International Modeling Support Group.
11. Marquis, L., Aussel, C., Dumesnil, J.-L. (1997) Harmonisation et normalisation des échanges graphiques informatisés dans les projets de construction, *MediaConstruct*, Paris - URL : www.mediaconstruct.cstb.fr/harmonisation.
12. Midler, Ch., Jouini, S. (1996), Ingénierie concourante dans le bâtiment : synthèse des travaux du GREMAP (Groupe de Réflexion sur le Management de Projet), *Plan Construction et Architecture*, Recherche n°75, 230 p., Paris.
13. Wang-Baldonado M., Woodruff A., Kuchinsky A. (2000), Guidelines for Using Multiple Views in Information Visualization, *AVI*, Palerme.