



**HAL**  
open science

## Adaptation de la visualisation dans les outils de simulation collaborative 4D

Conrad Boton, Sylvain Kubicki, Gilles Halin

► **To cite this version:**

Conrad Boton, Sylvain Kubicki, Gilles Halin. Adaptation de la visualisation dans les outils de simulation collaborative 4D. CSTB. BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction, Eyrolles, pp.541-544, 2014, 978-2-212-13836-8. hal-01023602

**HAL Id: hal-01023602**

**<https://hal.science/hal-01023602v1>**

Submitted on 14 Jul 2014

**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.

## *Adaptation de la visualisation dans les outils de simulation collaborative 4D*

Conrad Boton, Sylvain Kubicki, Gilles Halin

### **La simulation collaborative 4D**

Le chapitre xx introduit les principes et méthodes de modélisation du processus de construction. Une limite importante de la première génération des solutions logicielles de simulation 4D résidait dans le fait qu'elles ne prenaient pas en compte le caractère largement collaboratif du processus de la construction et des études de constructibilité qui le précèdent. Cela explique en grande partie la faible appropriation de ces outils par les professionnels. Selon McKinney et al. [1], la génération suivante des outils est caractérisée par son caractère interactif et collaboratif. La simulation collaborative 4D de la construction consiste à réaliser, de manière collaborative et/ou pour assister la collaboration, un modèle 4D unique de l'ouvrage à construire. Elle fait intervenir plusieurs acteurs jouant des rôles différents dans le processus de simulation. En nous inspirant de la typologie proposée par Taylor et Robinson [2], les rôles en question sont : le *doer* (celui qui réalise la simulation), le *done to* (celui qui fournit les informations nécessaires), le *done for* (celui pour qui la simulation est réalisée), le *done with* (membre de l'équipe de simulation) et le *done without* (tiers ne participant pas à la simulation mais intéressé par les résultats).

La simulation collaborative 4D est largement facilitée par l'avènement du BIM et les efforts faits par les éditeurs de solutions logicielles pour faciliter le partage de modèles<sup>1</sup>. À cet effet, Zhou et al. [3] citent par exemple l'intégration par Autodesk de worksets dans Revit pour permettre à plusieurs personnes de travailler en même temps sur plusieurs parties d'un même projet ; l'utilisation par Bentley des *i-models* comme conteneurs pour un échange ouvert de l'information ; l'application par Tekla Structures du modèle *master/working* pour le contrôle du modèle dans ses applications serveur/client ; ou encore l'adoption par Gehry Technologies d'un système de contrôle de version nommé *Subversion* pour permettre aux participants de contrôler de manière indépendante leur opération de lecture/écriture sur les modèles du projet. Il est ainsi désormais plus facile 1) de réaliser une simulation 4D unique à partir d'un modèle 3D partagé issu du travail de l'architecte ou de l'ingénieur ; et 2) de partager les informations relatives à l'ordonnancement et aux coûts, générés par les systèmes de planification et d'estimation des coûts, en les important directement via des fichiers neutres comme l'IFC.

### **Problématique métier**

La simulation collaborative 4D fait intervenir plusieurs acteurs jouant dans le projet des rôles « opérationnel » différents, avec leurs responsabilités propres. Ces rôles font appel à des besoins d'information différents et il est primordial de les comprendre afin d'y adapter la visualisation dans les solutions logicielles. Mais, ces besoins d'information sont difficiles à anticiper pour les éditeurs du

---

<sup>1</sup> Le chapitre xx du présent ouvrage décrit ces outils de partage de modèles.

fait de certaines particularités du secteur de la construction. En effet, chaque projet de construction met en place un contexte particulier, avec un environnement toujours différent (par exemple le contexte physique, les juridictions légales, les conditions du marché, les mécanismes de gestion) et une grande fragmentation.

Par ailleurs, plusieurs techniques de représentation existent dans le secteur pour représenter l'information de planification. Chaque technique correspond à un besoin particulier de visualisation, donc à une vue métier différente. Kubicki et *al.* [4] définissent les vues métiers comme étant les vues que les professionnels du secteur manipulent dans leur travail de tous les jours. Dans le secteur de la construction, il est par exemple très courant d'avoir recours à un diagramme de Gantt pour visualiser les durées des tâches du planning ou à un réseau PERT pour mettre en évidence le chemin critique.

### **Problématique de recherche**

L'adaptation de la visualisation dans les outils de simulation collaborative 4D doit donc non seulement prendre en compte les particularités du secteur et le contexte d'utilisation des vues proposées, mais également se baser sur les vues métiers habituellement manipulées par les professionnels de la construction. Adapter la visualisation aux besoins métiers des différents acteurs impliqués dans une simulation collaborative 4D revient alors à comprendre les besoins réels de chaque acteur impliqué, à choisir les vues métiers complémentaires les plus adaptées à ces besoins, et à appliquer les meilleurs mécanismes de coordination et d'interaction. Notre approche consiste à s'inspirer de théories éprouvées sur la visualisation de l'information et le travail collaboratif assisté par ordinateur pour construire des modèles de visualisation pour la 4D, puis de les confronter à la réalité du terrain, dans le cadre d'expérimentations.

### **Propositions développées dans la thèse**

Une méthode pour concevoir des vues 4D adaptées a été proposée [5] dans le cadre de cette recherche doctorale (voir Figure 1). La méthode permet notamment de comprendre les besoins métiers (groupe, style de travail, acteurs, rôles, pratiques, contexte physique) et les besoins de visualisation (contenus à visualiser, représentation visuelles possibles, tâches de visualisation) [6]. Elle permet également de comparer les vues métiers possibles, de choisir les plus appropriées pour les besoins de visualisation identifiés, et de les coordonner.

Un besoin de visualisation se compose d'une série de tâches de visualisation à effectuer par l'utilisateur. Les principales tâches de visualisation sont [7] : comparer (items, données, clusters, propriétés, proportions, positions, distances, etc.), identifier (clusters, corrélations, propriétés, caractéristiques, seuils, similarités, variations, etc.), visualiser (dimensions, items, données, métadonnées, etc.), déterminer (moyenne, médiane, variance, écart-type, amplitude, etc.), localiser (item, donnée, valeur, cluster, position, distance, primitive graphique, etc.), configurer (classification, filtrage, zoom, attribut dérivé, etc.), déduire (hypothèse, règle, probabilité, tendance, une relation de cause à effet, etc.). Ces tâches peuvent être regroupées en quatre grandes catégories : les tâches descriptives, les tâches explicatives, les tâches évaluatives, et les tâches prédictives.

La proposition prévoit également une bibliothèque de vues métiers utilisables, décrites suivant les mêmes propriétés. A cet effet, un métamodèle de vues métiers a été proposé [8]. Il considère qu'une vue métier utilise une représentation visuelle et des principes d'interaction et affiche l'information à travers des éléments graphiques et des attributs rétinien. La représentation visuelle correspond à une structure de représentation, met en œuvre des éléments graphiques et utilise des attributs rétinien.

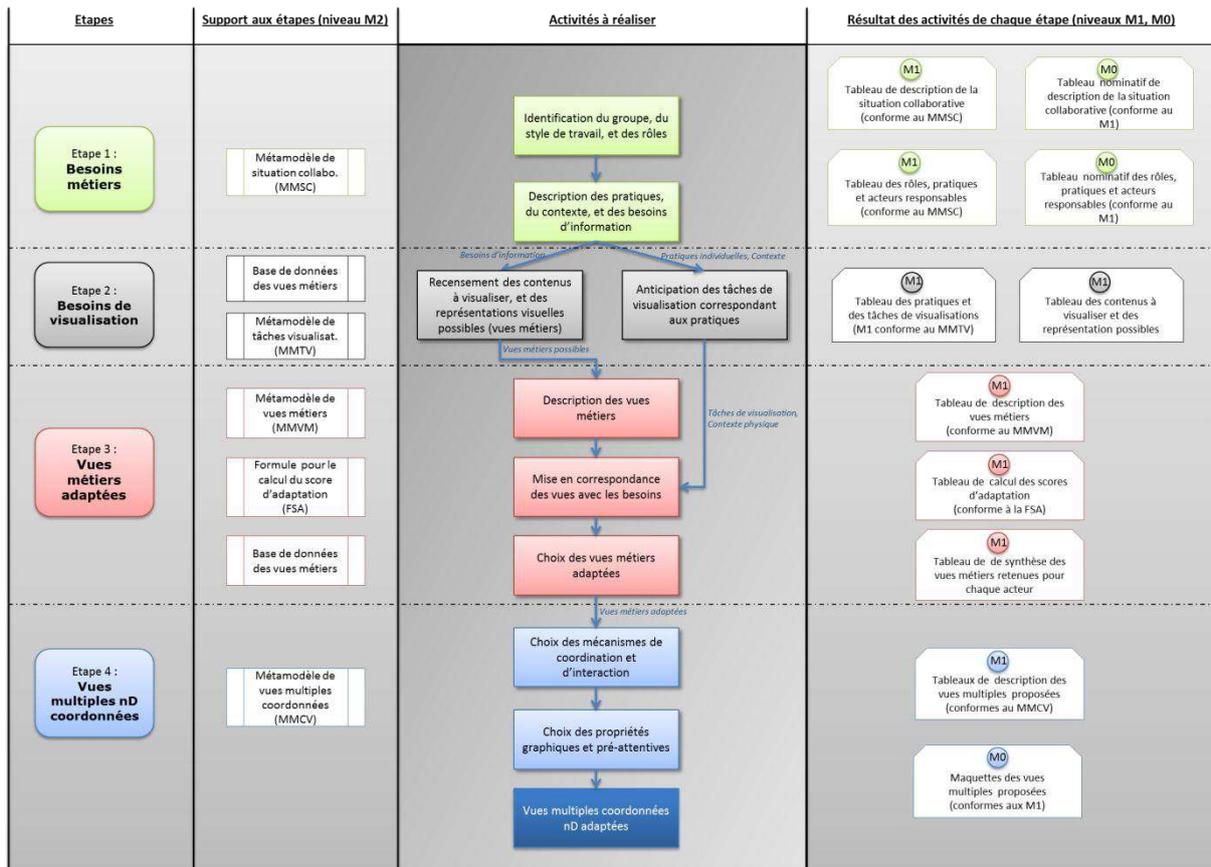


Figure 1 : principales étapes de la méthode proposée

### Exemple d'application

Une étude de cas a été réalisée au Luxembourg, sur un chantier de construction de treize maisons unifamiliales. Les blocs de maisons présentent un dénivelé les unes par rapport aux autres et sont séparés par des joints. Par ailleurs, la réalisation fait intervenir l'expérience de plusieurs corps de métier différents, notamment la maçonnerie, la toiture, l'isolation et l'étanchéité. De plus, les mêmes entreprises n'étant pas mandataires de la réalisation de tous les blocs d'habitations, les solutions mises en œuvre par une équipe ne sont donc pas directement transposables par l'équipe

d'un autre lot. Elles sont de plus le fruit d'un ajustement mutuel sur le chantier et sont donc peu documentées. Dans ce projet, la simulation 4D collaborative a été envisagée pour :

- Simuler la mise en œuvre de cette partie du chantier afin d'en avoir une compréhension visuelle des tâches de construction dans l'espace ;
- Permettre aux superviseurs du chantier d'explorer plusieurs scénarios de séquençage des différents corps de métier et de choisir l'ordonnancement optimal pour une bonne réalisation ;
- Et fournir aux différents sous-traitants, chacun en ce qui le concerne, des documents d'exécution visuels pour les guider, dans le temps et dans l'espace, dans la mise en œuvre de leur part d'ouvrage.

Au terme de l'expérimentation, et en s'appuyant sur la méthode de conception développée dans ce travail de recherche, des multi-vues 4D différentes ont été proposées à chaque acteur en fonction de ses besoins spécifiques [5]. Par exemple, un sous-traitant responsable de la charpente sur une seule des maisons avait besoin de visualiser ses activités, les dates d'exécution et les activités se déroulant avant et après la sienne. Il lui a été proposé la multi-vue 4D de la Figure 2. Le superviseur avait besoin d'avoir une vue globale du chantier, d'avoir facilement le chemin critique et des dates au plus tard. La multi-vue de la Figure 3 lui a été proposée. Un sous-traitant, responsable des travaux d'isolation sur toutes les maisons, avait besoin de visualiser les activités à réaliser, de connaître leur emplacement afin de pouvoir composer plusieurs équipes travaillant simultanément. La multi-vue de la Figure 4 lui a été proposée.

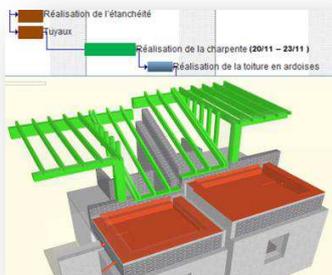


Figure 2 : Maquette de la vue proposée au sous-traitant charpente

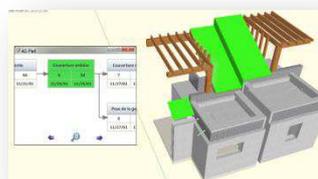


Figure 3 : Maquette de la vue proposée au superviseur

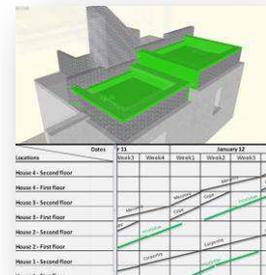


Figure 4 : Maquette de la vue proposée au sous-traitant isolation

## Conclusion

La recherche relatée dans cet article contribue à renforcer la compréhension des apports de la simulation 4D dans un projet de construction. Elle met en évidence également l'importance de la visualisation d'un modèle 4D, et par extension d'une maquette numérique BIM, suivant les usages qui sont développés dans un projet. La conception de vues 4D/BIM est donc une démarche qui doit

être appliquée par des éditeurs de logiciels soucieux de comprendre les besoins de leurs utilisateurs, mais aussi par les utilisateurs du projet générant des visualisations 4D/BIM (architectes, ingénieurs, coordinateurs) dont la motivation est que l'information qu'elles véhiculent soient parfaitement comprise par leurs interlocuteurs.

L'originalité de la méthode proposée repose sur la prise en compte conjointe des « besoins métiers » (l'information que les intervenants manipulent) et des « besoins de visualisation » (la manière dont on utilise une visualisation et sa forme de représentation).

## Références

- [1] K. McKinney, J. Kim, M. Fischer, and C. Howard, "Interactive 4D-CAD," in Proceedings of the third Congress on Computing in Civil Engineering, 1996, vol. 135, no. 11, pp. 383–389.
- [2] Taylor, J. & Robinson, S., 2003. Towards collaborative simulation modelling: Improving human-to-human interaction through groupware. European Simulation.
- [3] W. Zhou, P. Georgakis, D. Heesom, and X. Feng, "Model-Based Groupware Solution for Distributed Real-Time Collaborative 4D Planning through Teamwork," *Journal of Computing in Civil Engineering*, vol. 26, pp. 597–611, 2012.
- [4] S. Kubicki, G. Halin, and A. Guerriero, "Multi-visualization of the Cooperative Context in Building Construction Activity A Model-Based Approach to design AEC-specific Visualization Interfaces," *2007 11th International Conference Information Visualization (IV '07)*, pp. 590–595, Jul. 2007.
- [5] C. Boton, "Conception de vues métiers dans les collecticiels orientés service: Vers des multi-vues adaptées pour la simulation collaborative 4D/nD de la construction". Thèse de doctorat. Université de Lorraine. Soutenue le 20 mars 2013.  
[http://meurthe.crai.archi.fr/wordpressFr/?page\\_id=37&num\\_publi=666](http://meurthe.crai.archi.fr/wordpressFr/?page_id=37&num_publi=666)
- [6] C. Boton, S. Kubicki, and G. Halin, "Method to Design Coordinated Multiple Views Adapted to User's Business Requirements in 4D Collaborative Tools in AEC," in *2011 15th International Conference on Information Visualisation*, 2011, pp. 96–101.
- [7] Valiati, E.R.A., Pimenta, M.S. & Freitas, C.M.D.S., 2006. A taxonomy of tasks for guiding the evaluation of multidimensional visualizations. In BELIV '06: Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization. New York, NY, USA: ACM, pp. 1–6.
- [8] C. Boton, G. Halin, and sylvain Kubicki, "A metamodel to describe nD CAD visualization as Coordinated Multiple Views," in CDVE – 9th International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering. Osaka, Japan. September 2nd-5th, 2012. *Lecture Notes in Computer Science, Volume 7467/2012*, Yuhua Luo, Ed. Springer Berlin Heidelberg, pp. 219–226.