
Active3D : Vecteur de collaboration pour les métiers du bâtiment

Interopérabilité des logiciels de CAO Entre partage et échange de l'information

Christophe Cruz* — Christophe Nicolle **

* *Active3D-Lab*

2 rue René Char, BP 66606 – 21066 Dijon Cedex
c.cruz@active3d.net

** *Laboratoire Electronique Informatique et Image*

UMR CNRS 5158/Université de Bourgogne
BP 47870, 21070 Dijon Cedex
cnicolle@u-bourgogne.fr

RÉSUMÉ : Cet article présente une méthode de structuration de données du bâtiment qui associe la sémantique métier et la 3D. Cette méthode a donné lieu à l'élaboration de la plateforme Internet Active3D-Build. Le noyau du système, composé des processus de gestion et de manipulation pour la collaboration, est basé sur les fichiers IFC décrivant les éléments architecturaux. Ceux-ci permettent la structuration géométrique et sémantique des éléments de conception.

ABSTRACT. This paper presents a new method to structure building information with semantic and 3D. The Active3D-Build is an Internet platform based on this method. The system composed of information management processes and information sharing processes is based on IFC files. Those files allow us to structure geometric and semantic data.

MOTS-CLÉS : maquette numérique, collaboration, interopérabilité, CAO, réalité virtuelle, IFC
KEYWORDS: digital mock-up, collaboration, interoperability, CAD, virtual reality, IFC

1. Introduction

Les décisions prises lors des phases de conception dans les grands projets en ingénierie influencent fortement les coûts et les délais de réalisation du projet. Pour faciliter cette prise de décision, de nombreuses maquettes sont utilisées comme autant de prototypes au projet. Ce prototypage permet de tester et d'améliorer la conception. Aujourd'hui, l'apparition de sites collaboratifs pour le prototypage virtuel offre un cadre de travail plus souple pour les acteurs distants d'un projet [BALA96, VIP01, KLI02]. Les maquettes numériques sont utilisées pour représenter

en 3D les futurs éléments du produit final. L'utilisation de maquettes numériques connaît un succès flagrant dans le domaine de l'architecture. La vue du bâtiment en 3D avant réalisation permet, aux architectes et aux ingénieurs, de tester la faisabilité des choix de conception et de planifier les coûts et les délais de réalisation. Dans le domaine du bâtiment, chaque branche d'activité a développé des outils de prototypages spécialisés : calcul de structure, de réseaux thermiques et fluidiques... Malheureusement, ce développement a été mené de manières hétérogènes. Les outils existants, parfois au sein même d'une même branche d'activité, ne peuvent échanger de l'information. De plus, l'information stockée par ces outils se limite dans la majorité des cas à une série de fichiers contenant une description géométrique du bâtiment. Ces propriétés géométriques ne possèdent aucune information sur leur signification rendant la collaboration difficile. Chaque intervenant n'a pas forcément la connaissance métier des autres intervenants pour interpréter les informations.

La section suivante présente dans un premier temps deux exemples de plateforme utilisant une maquette numérique pour la gestion des données de conception. Cette section présente également la problématique de la structuration et du stockage de ces données ainsi que les optimisations de rendu 3D. La section 3 présente notre solution à travers la présentation de la plateforme Web ACTIVE3D pour la collaboration des acteurs d'un projet de conception architecturale. La section 4 présente la plateforme ACTIVE3D comme le point central de la collaboration à l'aide d'exemples d'utilisation de celle-ci. La dernière section conclut sur les travaux réalisés.

2. Partage et échange de l'information

Le travail collaboratif entre acteurs distants sur un même projet enrichit la conception du prototype en réduisant le temps entre chaque mise à jour. De nombreux outils de CAO ont été modifiés pour permettre le prototypage virtuel de maquettes numériques à partir de plans, et ce, indépendamment du besoin spécifique d'un projet. Malheureusement, la plupart de ces solutions ne réunissent pas les capacités indispensables d'interaction et de collaboration pour la réalisation d'un projet d'ingénierie. Pour répondre à ce problème, plusieurs projets ont été proposés. Le projet CAVALCADE [CAV98] est basé sur une architecture distribuée permettant à des équipes distantes de collaborer sur la conception, les tests, la validation et l'échange de documents. CAVALCADE fournit un système visuel de simulation 3D aux intervenants d'un projet. Contrairement à l'idée classique que l'on se fait des outils de simulation, la représentation du prototype virtuel concerne seulement l'aspect visible des attributs qui composent l'objet. Ces attributs sont des fonctions comme « être une partie d'un sous-système » et sont des documents comme une fiche technique ou un lien internet. Le modèle 3D devient alors une interface visuelle de requêtes d'informations. CAVALCADE a pour objectif la gestion des données pour la conception. Les constructeurs, pour échanger les modèles créés à l'aide des logiciels CAO, utilisent un format de fichier spécifique à leurs besoins. L'ensemble des fichiers formant les éléments de conceptions du projet constitue la maquette numérique. Cette maquette numérique intègre généralement le

modèle 3D de l'objet de conception, et un ensemble d'informations permettant la gestion du projet en lui-même.

À partir des projets Saxo et 406, PSA Peugeot Citroën a vu l'augmentation du nombre de pièces conçues à l'aide des outils CAO s'accroître fortement conduisant à repenser l'organisation du travail du bureau d'études. Pour faciliter la mise en commun des données sur le projet 206, une maquette numérique a été mise en place. Grâce à cette maquette, tous les travaux de sélection pour extraire de la masse les données pertinentes envoyées par le constructeur sont quasiment éliminés. Le travail de conception est tout de suite possible à partir de la maquette. L'accès aux dernières mises à jour élimine les erreurs coûteuses liées aux travaux réalisés sur des données déphasées. De plus, la mise à jour de la maquette numérique élimine certaines tâches sans valeur ajoutée provoquant un gain de temps, ainsi qu'un gain de frais de déplacement. Le partage des données de conception est impératif pour accélérer les cycles de conception. Plusieurs problèmes sont à prendre en compte dans la conception d'une plateforme collaborative 3D. Le premier problème réside dans le choix d'une structure de stockage de l'information. Le second problème concerne la définition d'une interface 3D optimisée qui permette une manipulation souple et rapide de l'information stockée.

2.1. Structuration et stockage

Il existe deux grands types de stockage de l'information : les fichiers et les bases de données. **Un fichier** permet de structurer un type particulier d'information en fonction d'une application particulière. Dans le domaine de la 3D, les formats des fichiers sont très nombreux. Bien que l'information principale de ces fichiers soit la représentation géométrique en 3D des objets, chaque type de fichier possède ses propres niveaux d'abstraction. Le format se rapprochant le plus du modèle utilisé par les cartes vidéo est le modèle à facettes. Les objets sont décrits par des faces triangulaires ou rectangulaires. La diversité des modèles montre que plus le niveau du modèle est élevé et plus la taille des données est faible, mais que le temps de calcul pour descendre jusqu'au niveau le plus bas de modélisation pour le rendu (c'est-à-dire le modèle à facettes) est long. Par contre, plus le niveau d'abstraction de l'information est élevé et plus le fichier contient de la sémantique. Cette sémantique est une connaissance supplémentaire sur les informations géométriques permettant de mieux réutiliser le fichier et ses définitions géométriques.

Les bases de données assurent la pérennité de grandes quantités d'informations. Celles-ci structurent et indexent les informations. Parfois, l'information est restructurée pour des impératifs applicatifs qui se traduisent par une réduction de temps d'accès à l'information. Restructurées ou non, les informations dans la base de données sont accessibles seulement par l'intermédiaire d'un langage de requêtes. Ce langage permet d'extraire une information partielle par rapport à des critères de sélection contrairement aux fichiers qui ne sont accessibles qu'en bloc. Grâce à ces langages de requêtes génériques, les systèmes de base de données stockent toutes les informations qu'un système d'information requiert. En général, les bases de données portent la sémantique sous-jacente des informations qu'elles stockent. En effet, les

structures qui reçoivent l'information modélisent les informations qu'elles doivent contenir, donc ces structures forment des métadonnées sur l'information. La sémantique des métadonnées spécifiées par le domaine d'application est utilisée pour interroger le système d'informations. Les bases de données sont donc primordiales pour organiser les informations de manière à rechercher une information pertinente dans un ensemble vaste d'information telle qu'un fichier.

2.2 Optimisation 3D

Toute application a des besoins qui oscillent entre vitesse d'exécution et quantité de données en mémoire. Plus l'information en mémoire est grande et plus l'application est lente. Certaines applications demandent à la fois beaucoup de mémoire et une vitesse minimum d'exécution. Par exemple, la conception assistée par ordinateur produit souvent des modèles géométriques 3D complexes de très grandes tailles. Le problème se situe donc au niveau de la visualisation des données, qui est récurrent dans de nombreuses applications graphiques. En effet, avec l'avènement des techniques de conception, la croissance du volume de données à traiter est largement supérieure à l'augmentation de la capacité du matériel graphique. Donc, une phase d'optimisation est nécessaire. Elle se situe à la hauteur du modèle des données et des données elles-mêmes. Beaucoup de techniques d'optimisations et d'accélération pour l'affichage interactif ont été développées. Celles-ci incluent les calculs de visibilité, la simplification géométrique et la représentation basée sur les images.

Simplification géométrique : Les facettes triangulaires sont les primitives graphiques les plus populaires. Elles sont manipulées par la majorité des bibliothèques graphiques. Le maillage triangulaire d'un objet de conception est parfois très complexe, car il peut atteindre plusieurs centaines de milliers de facettes. Les outils de CAO génèrent couramment de tels objets, malheureusement l'accroissement de la taille des données dépasse toujours les capacités du matériel informatique. Les algorithmes de simplification réduisent le nombre de facettes d'un objet selon des critères de qualité [HOP96, PAI03]. La recherche sur la simplification de surface a connu un large engouement cette dernière décennie, mais ces techniques sont habituellement utilisées avec d'autres techniques d'optimisations, car elles ne résolvent pas tous les problèmes.

Algorithmes de visibilité « Occlusion Culling » : La complexité des calculs d'une scène est liée au nombre d'objets présents dans celle-ci. Les calculs de visibilité déterminent si un objet est visible d'après le point de vue de l'observateur et le cas échéant l'objet est affiché ou non. Les temps de calcul et la place-mémoire dépendent du nombre d'objets constituant la scène 3D [PEA04]. Bien évidemment, le calcul du rendu d'une image d'un immeuble entier est bien supérieur à celui d'un petit appartement, car le nombre d'objets est bien plus important. Par contre, si les objets cachés par les objets visibles n'entrent pas dans le cycle de calcul de l'image alors le gain de temps est considérable, indépendamment du type de bâtiment.

Techniques basées sur les images : Le rendu basé sur les images est une application qui utilise des références de pré-rendu ou de pré-acquisition d'images dans une scène 3D. Les objets 3D sont remplacés par des avatars 2D. Ces techniques sont relativement peu coûteuses en ressource et ne requièrent pas de matériel graphique spécifique. Le temps de calcul d'une image est indépendant de la complexité géométrique et physique de la scène en cours de rendu. Il apparaît clairement que le rendu basé sur les images est extrêmement utile pour le rendu efficace des scènes complexes de la synthèse 3D [LEV96, GOR97, CHR03, MAR97].

Couplage des techniques : Toutes ces techniques ont été combinées avec succès pour le rendu de données spécifiques incluant des modèles architecturaux [FUN96] et dans les modèles urbains [WON01]. Le projet GigaWalk est un système de rendu permettant d'afficher des projets de CAO de plus de 10 millions de polygones. L'exemple le plus frappant est le projet de conception du tanker DoubleEagle constitué de plus de quatre giga-octets de données, soit 82 millions de triangles et 127 mille objets. Le taux de calcul est de 11 à 50 images par seconde, ce qui permet de naviguer en temps réel à travers la maquette numérique après un temps de précalcul de 40 heures environ [BAX02].

Il n'existe pas de système idéal pour tous les cas de figure. Chaque technique a des avantages et des inconvénients, mais certaines combinaisons avec des conditions précises sont très efficaces. Ces techniques décrites précédemment ont fait leurs preuves dans un cadre statique, c'est-à-dire que la scène optimisée est calculée une fois pour plusieurs visualisations. Les temps de précalcul avant que la scène puisse être accessible demandent parfois plusieurs jours. Le temps de précalcul des scènes optimisées est le problème majeur de toutes ces techniques, car si les modèles 3D évoluent au court du temps, alors la gestion de la synchronisation des données doit être prise en compte. Ces synchronisations ne sont pas toujours possibles, car la structure complète de la scène peut parfois être remise en cause. D'autres pistes doivent être explorées pour permettre la visualisation d'une scène 3D évoluant au cours du temps. Les optimisations sont toujours réalisées par rapport à la géométrie ou par rapport à la topologie de la scène. Par contre, la nature des objets géométriques n'a pas été prise en compte pour les calculs d'optimisation. La nature des objets s'avère donc une piste indéniable de recherche. Cette nature dépend de la structuration de la scène, car si la structuration de la scène se limite à des informations géométriques alors seules les optimisations géométriques sont applicables. Par contre, si des informations sur la nature des objets sont indiquées alors ces informations ouvrent la voie à de nouvelles recherches sur la manipulation des informations géométriques et leur stockage.

3. Plateforme Web 3D collaborative

Aujourd'hui, le besoin fondamental de tous les acteurs du bâtiment concerne un outil simple qui permet une gestion coordonnée des actions menée dans un projet. Cet outil doit permettre la gestion des données générées au cours du projet au travers de

la visualisation 3D d'une maquette numérique, mise à disposition de tout un chacun dans une plateforme collaborative sur Internet. Dans cette section, nous présentons la plateforme ACTIVE3D-Build. Cette plateforme permet aux intervenants d'un projet, dispersés géographiquement – depuis l'architecte jusqu'au plombier – d'échanger des documents directement dans un environnement virtuel centralisé durant tout le cycle de vie d'un projet d'ingénierie civile. Une visualisation 3D permet aux intervenants de se déplacer autour du bâtiment en cours de conception et d'obtenir des informations sur les objets qui le composent. Cette section est divisée en trois parties. La première présente le format utilisé pour décrire les données. La deuxième partie présente la structuration des données. La troisième partie présente la méthode de partage et d'échange des données.

3.1. Format des données

Les logiciels de CAO utilisés dans les projets de génie civil modélisent chaque élément du bâtiment par un ensemble de vecteurs. Dans ce formalisme, aucune information sémantique sur les objets du bâtiment n'est modélisée. Pour résoudre cette problématique, l'alliance internationale pour l'interopérabilité a proposé une norme appelée IFC¹ qui décrit la représentation des objets rencontrés dans les projets de construction. Le format IFC est un modèle qui associe la sémantique métier à la géométrie 2D/3D des éléments constituant le bâtiment. L'addition de la sémantique métier permet de limiter les redondances d'informations, car elle identifie instantanément chaque élément composant le bâtiment, pour une qualification plus rapide du bâtiment. Les classes de base des IFC incluent la description des objets et fournissent une structure permettant l'interopérabilité des données entre les applications métiers. Par exemple, une porte IFC n'est pas simplement une collection de lignes et de primitives géométriques identifiées comme porte, mais cette porte est reconnue comme porte en tant que telle par la machine et possède des attributs correspondant à sa nature. L'adoption de ce format par tous les leaders des logiciels CAO résout le problème de l'interopérabilité des informations entre les diverses professions du génie civil. Chaque profession intervient dans le projet dans un contexte particulier, enrichissant le plan avec son propre vocabulaire, ses propres concepts et ses propres objets métiers. À la fin du projet, le fichier IFC correspondant au bâtiment contient l'ensemble des éléments du bâtiment, à l'aide d'une définition multicontexte. Les fichiers IFC sont des fichiers textuels dont la taille peut atteindre 100 méga-octets. Plusieurs fichiers IFC peuvent coexister sur le même projet de génie civil. Pour les raisons évoquées précédemment, le choix de ce format est donc judicieux pour la réalisation d'une plateforme de collaboration architecturale.

¹ IFC : Industrial Foundation Classes – <http://www.iai-international.org/>.

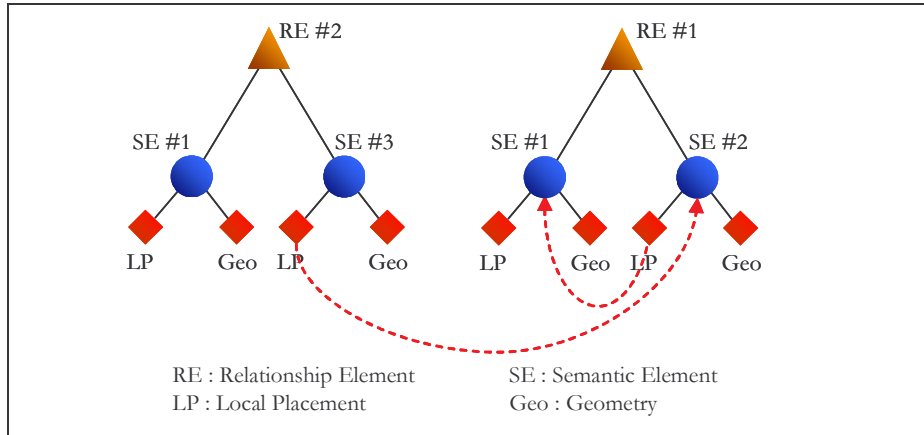


Figure 1. Exemple de liens directs et indirects entre plusieurs éléments sémantiques

3.2 Structuration des données

Le choix des IFC pour la structuration des données possède de nombreux avantages, mais comporte également certains inconvénients. L'étude des IFC montre la complexité des liens entre les instances de classes de relations et les instances de classes d'objets. À ce niveau, il existe deux types de liens entre les objets. Nous les nommons liens directs et liens indirects. Les liens indirects sont définis par les instances de relations, « Relationship Element » (RE : triangles — Figure 1). Les liens directs sont définis par des liens rouges discontinus entre les instances de classes ressources (losanges — Figure 1) et une instance de classes « Semantic Element » (SE : cercles — Figure 1). Ces liens indirects sont des éléments de relations. Les instances d'objets dans notre architecture sont des éléments sémantiques. Les instances ressources sont les éléments attributs dans notre architecture comme la géométrie (Geo) ou bien le repère local (LP), et sont structurées sous la forme d'arbres hiérarchiques. Ces ressources sont de nature très diverse comme le type de matériaux pour un mur ou les caractéristiques structurelles pour un poteau. Celles-ci sont définies dans le modèle IFC, mais nous pouvons ajouter également d'autres types de ressource comme des documents Word®, des requêtes sur des services Web (éléments de catalogues fournisseurs), etc. Ces types de ressources sont ajoutés aux IFC par l'intermédiaire de notre modèle de structuration des IFC pour la gestion de documents électroniques.

Le modèle IFC définit seulement un seul type de lien direct entre deux éléments sémantiques. Ce lien est le lien de placement utilisé pour la définition des repères entre les éléments graphiques de la scène 2D/3D. Dans le modèle IFC, ce lien est nommé *IfcLocalPlacement*. L'ensemble des liens de placement forme un arbre qui est la structure arborescente de la scène graphique. La nature des éléments, grâce à la

définition de leur sémantique, permet de choisir quels éléments sont pertinents pour l'intervenant du projet. Par conséquent, les éléments sont extraits de la plateforme en fonction des besoins.

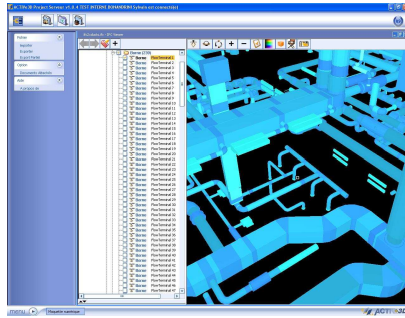


Figure 2. Une scène 3D correspondant au contexte plomberie

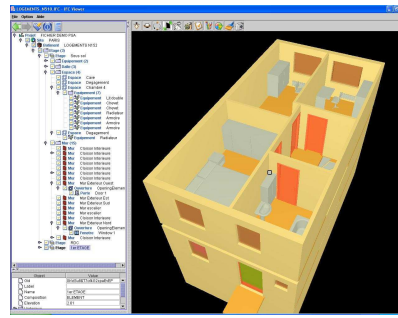


Figure 3. Une scène 3D correspondant au contexte architectural

La Figure 2 montre une représentation de la vue métier plomberie d'un fichier IFC. La Figure 3 montre une représentation de la vue métier architecturale. Ces vues métiers sont des informations textuelles, depuis lesquelles des documents spécifiques peuvent être générés ou associés (rapports techniques, informations de gestion, etc.). Dans la scène 3D, toutes les formes géométriques définies dans les arbres IFC sont converties dans le modèle de surface triangulaire [REM96]. Pendant la conversion, les objets 3D sont associés à GID. Ce GID est l'identifiant global utilisé pour identifier chaque objet métier d'un fichier IFC. Le GID est utilisé pour lier la visualisation 3D avec des informations stockées dans la base de données. Toute insertion de nouvelle donnée dans n'importe quelle base est référencée par un GID correspondant à un objet IFC. Tous les arbres générés par la plateforme sont des arbres XML. Nous avons développé un schéma de base de données qui prend en compte la sémantique et l'aspect 3D des IFC. Les arbres et les éléments composants sont stockés dans une base de données relationnelle et sont manipulés à l'aide de SQL. Grâce à cette base de données et au GID, tous les types d'informations peuvent être attachés à un objet métier de la scène 3D.

3.3. Partage et échange des données : la méthode ACTIVE3D

Les mécanismes de gestion et de manipulation des fichiers IFC, comme la fusion de deux fichiers dans un seul, l'extraction partielle de données d'un seul fichier, la visualisation ou le stockage, doivent prendre en compte les multiples valeurs sémantiques des objets qui dépendent du contexte d'utilisation. Pour atteindre cet objectif, nous avons défini une structure hiérarchique de contexte appelée vue contextuelle. La solution consiste à réduire la complexité d'un graphe multicontexte cyclique en graphe acyclique monocontexte.

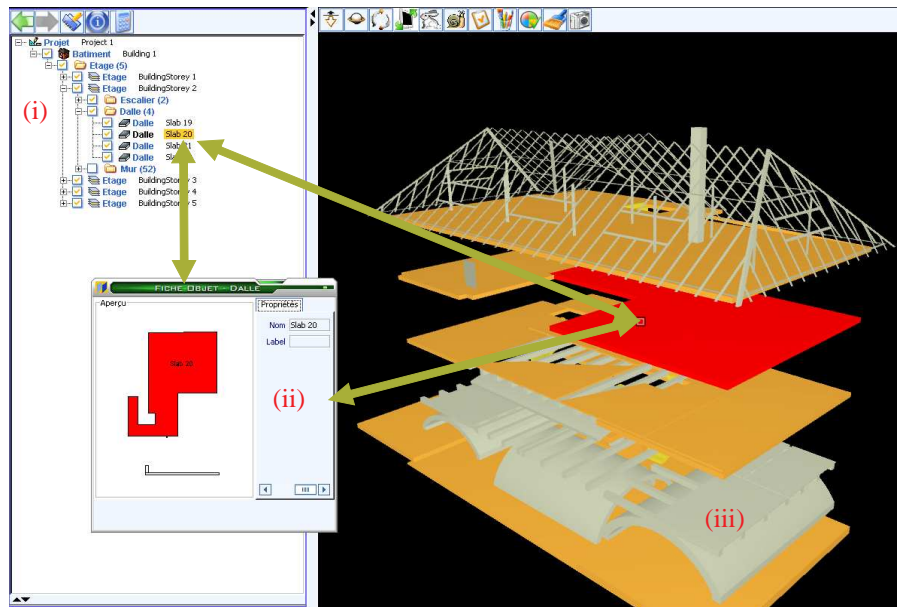


Figure 4. Capture d'écran du système de gestion de scène 3D

La Figure 4 présente le système de gestion 3D qui construit une interface utilisateur spécifique constituée d'un arbre de contenance (i), d'une scène 3D (ii) et d'une fiche technique (iii) sur un élément sémantique de la scène. La navigation entre les éléments est réalisée à l'aide de liens hypermédia qui associent un ensemble d'éléments sémantiques à un objet métier. Dans le cas présent, l'objet métier est un élément sémantique Dalle (Slab – Figure 4). Certains arbres contextuels sont générés dynamiquement par le système à partir des fichiers IFC. D'autres peuvent être créés spécifiquement par les intervenants pour structurer leurs données selon leur propre format (à partir du fichier IFC ou à partir d'arbres existants). L'arbre principal est l'arbre contextuel géométrique qui contient les relations topologiques des différents objets. La scène 3D résultante correspond à une vue métier particulière [BOO02]. Cette vue correspond au métier de l'intervenant. Celle-ci est paramétrée par l'intervenant en fonction de ses besoins, de ses droits, et de la taille des données à transmettre sur le réseau. À partir de cette interface, l'intervenant peut mettre à jour la maquette en ajoutant, modifiant ou en supprimant des parties de l'arbre principal. La sélection peut être également effectuée à travers la scène 3D en sélectionnant les objets 3D. La section suivante montre les services disponibles aux intervenants du projet soulignant l'aspect collaboratif des processus de la plateforme.

4. Démonstration de l'interopérabilité ACTIVE3D-Build grâce aux IFC

Cette section montre l'utilisation de la plateforme, ainsi que des fichiers IFC dans le cadre d'un projet d'ingénierie civile. Dans la première partie de cette section, nous allons voir la phase de conception d'un bâtiment à travers l'intervention de plusieurs intervenants utilisant des logiciels de conception différents. La deuxième partie de cette section présente la phase de l'étude technique du bâtiment, pour la validation structurelle et thermique du bâtiment en cours de conception.

4.1. Phase 1 : Conception

La conception du bâtiment est réalisée en quatre phases. La première phase consiste à apporter à la plateforme un relevé de terrain d'un vieux bâtiment. La deuxième phase consiste à définir une extension à ce bâtiment. La troisième phase réalise l'extension et la dernière phase définit les étages du bâtiment relevés dans la première intervention.

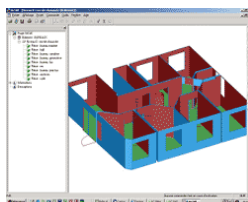
4.1.1 Viz'all : Solution de relevés de bâtiments via pocket PC



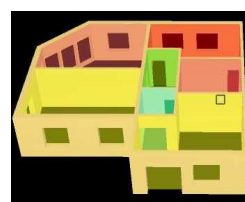
Viz'all® est une solution automatisée de relevé de bâtiment, associant l'utilisation d'un lasermètre, d'un pocket PC et d'un logiciel sur pocket PC. Le principe consiste à tracer à main levée le croquis de la pièce sur l'écran tactile du pocket PC. Après connexion et dépôt du relevé sur le terrain, la maquette du bâtiment est mise à jour et est disponible pour tous les autres intervenants du projet de rénovation du bâtiment. Les autres acteurs du projet peuvent à présent visualiser le bâtiment à partir de l'interface graphique 3D de la plateforme ACTIVE3D-Build.



Bâtiment réel



Relevé sur Viz'all



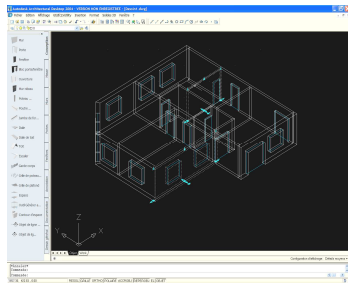
Plateforme ACTIVE3D

4.1.2 ADT : Enrichissement de la maquette



Après le dépôt du relevé de terrain, un autre acteur du projet se connecte à la plateforme pour récupérer ce relevé et enrichir la maquette. Pour cela, l'architecte définit les nouveaux espaces en utilisant ADT (Autodesk

Architectural Desktop). Une fois que l'architecte a terminé ses mises à jour sur la maquette concernant une future extension du bâtiment, il ajoute ces nouvelles données à la plateforme.



Mises à jour sur ADT



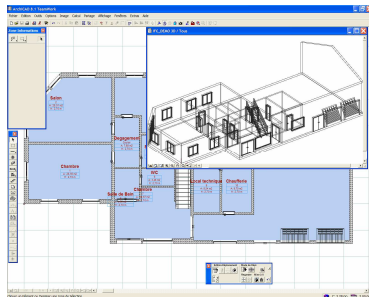
Plateforme ACTIVE3D

4.1.3 ARCHICAD : Enrichissement de la maquette

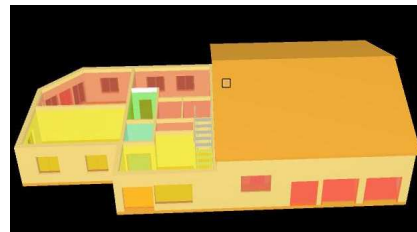


Après le dépôt par l'architecte des nouveaux espaces qu'il désire dans l'extension du bâtiment, les ingénieurs du génie civil se connectent à la plateforme pour recueillir les dernières informations.

Ces ingénieurs travaillent sur ArchiCAD® de Graphisoft. Lorsqu'ils ont terminé leurs travaux de conception sur le bâtiment, ces nouvelles données sont ajoutées à la maquette numérique du bâtiment en cours de conception sur la plateforme ACTIVE3D-Build.



Mises à jour sur ArchiCAD

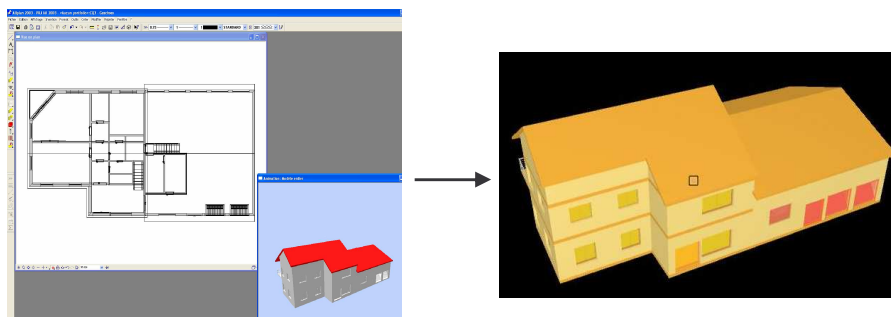


Plateforme ACTIVE3D

4.1.4 ALLPLAN : Importation d'un fichier et finalisation du bâtiment



La deuxième partie du projet sur ce bâtiment est la réhabilitation du bâtiment existant. Pour cela, une équipe d'ingénieurs gère la conception de cette partie. Tout comme les autres équipes, celle-ci se connecte à la plateforme pour extraire les informations concernant le bâtiment principal. Cette équipe travaille avec le logiciel AllPlan® de Nemetschek Systems Inc. Une fois que les mises à jour sont réalisées, les ingénieurs mettent ces nouvelles informations sur la plateforme.



Plateforme ACTIVE3D

4.1.5 Bilan

Grâce à la plateforme, tout un ensemble d'acteurs peut échanger les informations de conception du bâtiment entre différents logiciels CAO/DAO. La norme IFC 2.x est utilisée pour formater les données envoyées à chacun des acteurs. Tous les flux de données transitent à travers la plateforme ACTIVE3D-Build, car elle offre la possibilité à chacun des acteurs d'avoir toutes les mises à jour en temps réel, une fois que celles-ci ont été placées sur le serveur. L'efficacité de ce processus d'échanges et de centralisation de l'information a pour résultat un très grand gain de temps, car les échanges de données sont quotidiens dans les projets de conception. De plus, l'attente de mises à jour de données peut bloquer le travail d'une autre équipe, donc l'accès à la maquette numérique à jour sur la plateforme permet de débloquent plus rapidement ces situations d'urgence.


4.2. Phase 2 : Etudes techniques

Nous allons voir dans cette section qu'il est possible d'ajouter des informations aux éléments sémantiques de la maquette numérique du bâtiment. Ces informations sémantiques seront par la suite réutilisées dans les processus de création de nouvelles données sur le bâtiment à l'aide de logiciel de calcul métier.

4.2.1 Calcul de structure



RoboBAT

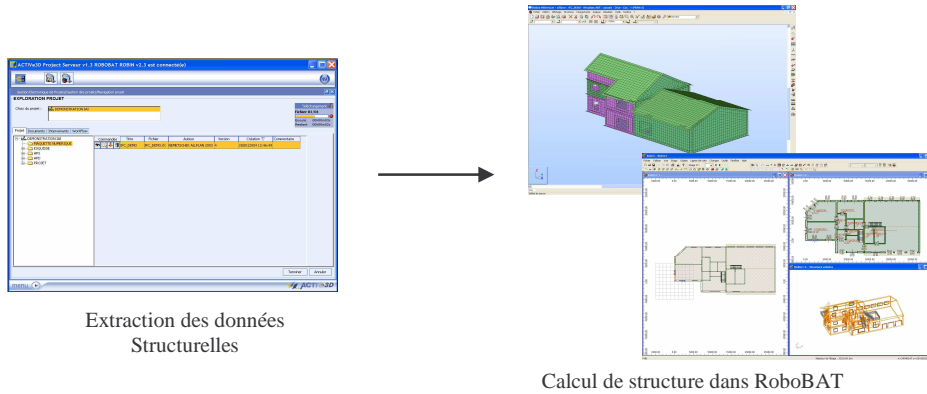


Version commerciale 3D: ROBOT_141216

ROBOT
platform
+ B.A.B.E.H

© ROBOBAT 1981 - 2005

Au cours de la conception d'un bâtiment, les structures comme les charpentes doivent être validées. En effet, si les structures sont trop faibles et qu'elles ne vérifient pas les normes, alors les plans doivent être modifiés en conséquence. RoboBAT est un logiciel de calcul de structure. Ce logiciel permet d'optimiser et de valider les structures selon les normes nationales et européennes en béton armé, bois, acier, aluminium, etc. Un des avantages de ce logiciel est de pouvoir importer des données IFC. Par conséquent, les bureaux d'études structurelles peuvent valider les informations de la maquette numérique se trouvant sur la plateforme ACTIVE3D-Build.

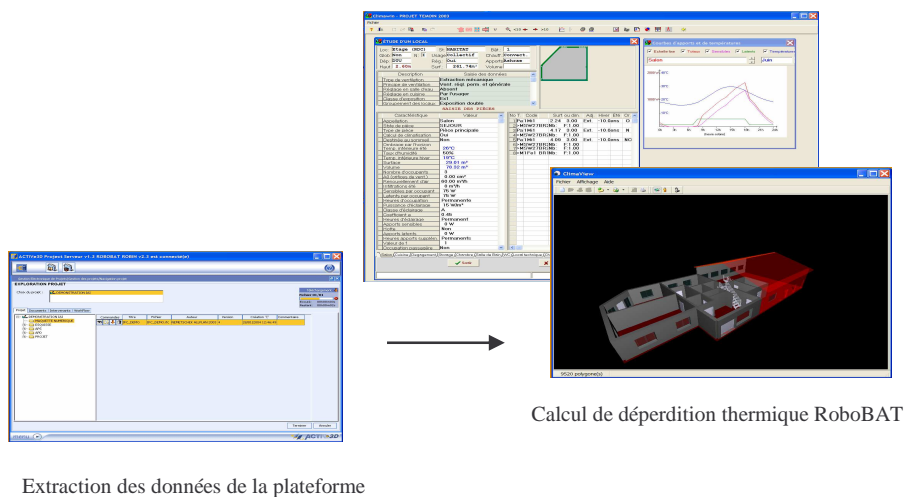


Pour réaliser cette étude, les ingénieurs doivent se connecter à la plateforme et sélectionner tous les éléments concernant la structure. Ces éléments sont les murs, les dalles, les poutres, les poteaux, etc. Pour cela, ils utilisent la définition de l'arbre contextuel « calcul de structure ».

4.2.2 Calcul thermique



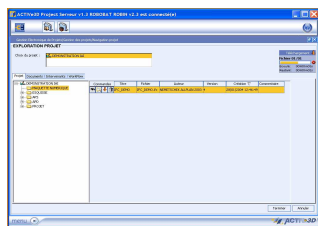
Les échanges thermiques entre les espaces d'un bâtiment possèdent des normes et ces échanges doivent être validés. Le module thermique du logiciel CLIMA-WIN® de la société « BBS Slama » permet de réaliser le calcul de déperdition thermique Th-D 1991 ainsi que les coefficients réglementaires des bâtiments selon les règles ThBât/ThU de 2001. Ce logiciel importe et exporte des données IFC, ce qui permet aux ingénieurs de mettre à jour et de valider la maquette numérique sur la question des échanges thermiques.



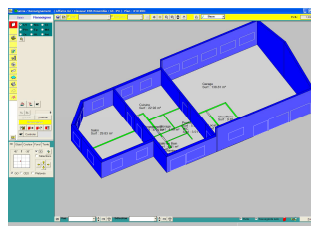
4.2.3 Calcul de métré



Windesc® est un outil de métré de la société ATTIC+ qui prend en import des IFC. Ce logiciel fournit des rapports et des devis à propos des surfaces de murs, de sols, etc. Cet outil est indispensable pour établir une réévaluation du coût de construction d'un bâtiment. Les rapports et les devis réalisés sur la maquette numérique sont ensuite ajoutés aux informations concernant le bâtiment et la phase de conception.



Extraction des données
de la plateforme



Calculs de surfaces des murs

5. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté la méthode Active3D qui permet d'associer de la sémantique et de la 3D au sein de documents XML. Cette méthode a été adaptée au modèle IFC, pour permettre une manipulation sémantique des éléments constitutifs d'un bâtiment. Cette manipulation implique l'extraction et l'insertion partielle d'éléments du bâtiment dans un plan numérique. Cette méthode a été implémentée sous la forme d'une plateforme appelée ACTIVE3D-Build. Cette plateforme est utilisée comme vecteur de collaboration pour les métiers du bâtiment à travers une interface 3D. L'infrastructure de la plateforme est modulaire, basée sur une architecture de services Web développée en JAVA. Le module de visualisation 3D appelé "IFC Viewer" a été développé à l'aide de GL4JAVA. L'IFC viewer a passé la certification ISO/PAS 16739 en mai 2003 sous la direction de l'IAI. L'IFC viewer permet à l'utilisateur de voir la description complète du bâtiment avec une vue d'arbre IFC. Cette 3D est "sémantiquement" dynamique, car la structure de la scène est construite en temps réel depuis la base de données IFC selon les caractéristiques géométriques (distance du point de vue, objet caché, ...) et les caractéristiques sémantiques (droit des utilisateurs, type d'utilisateur, étape de la visualisation du projet...). Cette plateforme a reçu la médaille d'or de l'innovation technologique au salon international BATIMAT à Paris en novembre 2003.

Actuellement, les recherches sur la plateforme s'orientent vers deux directions. La première direction concerne la phase de « relevé de plans ». Nous développons un module d'acquisition 3D connecté avec la plateforme pour convertir les nuages de points en éléments sémantiques IFC. La seconde direction concerne le développement d'un outil automatique de qualification lors des mises à jour des

données sur la plateforme entre plusieurs participants. Une partie de ce problème est résolue par la démarche qui planifie les interventions de chacun des acteurs dans le processus de conception/construction. Néanmoins, la gestion des problèmes de cohérence entre chacune des phases n'est pas automatisée et le savoir faire de l'architecte est toujours nécessaire.

6. Bibliographie

- [BALA96] J. F. Balaguer, S. De Gennaro, *VENUS: A virtual reality project at CERN*. Computer Graphics 30, 4 (Nov. 1996), 40–48.
- [BAV96] S. Bayarri, M. Fernandez, M. Perez, *Virtual reality for driving simulation*, Communications of the ACM 39, 5 (May 1996), 72–76.
- [BAX02] W. V. Baxter III, A. Sud, N. K. Govindaraju, D. Manocha, *GigaWalk : Interactive Walkthrough of Complex Environments*, Eurographics Workshop on Rendering, 2002.
- [BOO02] Boon-Hee Kim, Jun Hwang, Young-Chan Kim, *The design of high-level database access method in a Web-based 3D object authoring tool*, The Fourth International Conference on Distributed Communities on the Web, 3-5 April 2002, Sydney, Australia.
- [CAV98] Le projet Cavalcade : <http://vr.c-s.fr/cavalcade/index.html>
- [CHR03] D. Christopoulos, A. Gaitatzes, G. Papaioannou, *Image-Based Techniques for Enhancing Virtual Reality Environments*, 2nd International Workshop on ICT's, Arts and Cultural Heritage, November 2003, Athens, Greece
- [ERI96] C. Erikson, *Polygonal simplification: An Overview*. Technical Report TR96-016, Department of Computer Science, University of North Carolina – Chapel Hill, February 16, 1996.
- [FEI93] S. Feiner, B. Macintyre, M. Haupt, E. Solomon, *Windows on the world: 2D windows for 3D augmented reality*. In Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (1993), Virtual Reality, pp. 145–155.
- [FIS86] S. Fisher, M. McGreevy, J. Humphries, W. Robinett, *Virtual environment display system*. In Proc. 1986 ACM Workshop on Interactive 3D Graphics (Chapel Hill, NC, Oct. 1986), pp. 77–87.
- [FUNK96] T. Funkhouser, S. Teller, C. Sequin, D. Khorramabadi, *The UC Berkeley System for Interactive Visualization of Large Architectural Models*, Presence, the Journal of Virtual Reality and Teleoperators, vol5, nb1, MIT Press(1996), pp.13-44
- [GOR97] S. J. Gortler, L.-W. He, M. F. Cohen, *Rendering layered depth images*, Technical Report MSTR-TR-97-09, Microsoft Research, Redmond, WA, March 1997.
- [HEC94] P. Heckbert, M. Garlang, *Multiresolution Modeling for Fast Rendering*. In Graphics Interface '94 Proceedings, pages 43-50, 1994.
- [HEG01] O. Heguy, N. Rodriguez, H. Luga, J.P. Jessel, Y. Duthen, *Vitrual Environment for Coopérative Assistance in Teleoperation*, WSCG 2001 Conference Proceedings, V. Skala, 2001

- [HOP96] H. Hoppe, *Progressive meshes*, ACM SIGGRAPH 1996, 99-108, ACM SIGGRAPH 1996
- [KLI02] G. Klinker, A. Dutoit, M. Bauer, J. Bayes, V. Novak, D. Matzke, Fata morgana – a presentation system for product design, In International Symposium on Augmented and Mixed Reality (ISMAR) 2002.
- [LEV96] M. Levoy and P. Hanrahan, *Light field rendering*, in Computer Graphics, SIGGRAPH 96 Proceedings, 31-42, 1996
- [MAR97] W. R. Mark, L. McMillan, G. Bishop. *Post-rendering 3D warping*. In Proceedings of the 1997 Symposium on Interactive 3D Graphics. ACM SIGGRAPH, April 1997.
- [PAI03] D. Paillot, F. Merienne, J.-P. Frachet, M. Neveu, *Triangulation et simplification de modèles surfaciques application à la visualisation temps réel*, GTMG, Aix en Provence, pp 131-138, 19-20 mars 2003.
- [PEA03] D. Pearce Partial, A. M. Day, *Visibility for Virtual Reality Applications*, WSCG'2004, February 2-6, 2003, Plzen, Czech Republic.
- [PUP97] E. Puppo, R. Scopigno, *Simplification, LOD and Multiresolution – Principes and Applications*. Technical Report C97-12, CNUCE, C.N.R., Pisa (Italy), June 1997
- [REM96] R. Ronfard, J. Rossignac, *Full-range Approximation of Triangulated Polyhedra*. Computer Graphics Forum 15(3): 67-76 (1996)
- [RON96] R. Ronfard, J. Rossignac, *Full-range Approximation of Triangulated Polyhedra*. Computer Graphics Forum 15(3): 67-76 (1996)
- [ROS96] J. Rossignac, editor. *Geometric Simplification* (ACM SIGGRAPH Course Notes N°.35). ACM Press, 1996
- [STA96] A. State, M. A. Livingston, W. F. Garrett, G. Hirota, *Technologies for augmented-reality systems: Realizing ultrasound-guided needle biopsies*. Computer Graphics 30, Annual Conference Series (1996), 439–446.
- [TEL91] S. J. Teller, C. H. Sequin, *Visibility preprocessing for efficient walkthroughs of 3D scenes*, Graphics Interface '93, pp61-69, July 1991
- [URB96] E. URBAN, *The information warrior*. IEEE Spectrum 32, 11 (1996), 66–70.
- [VIP01] D. Aliakseyeu, J. B. Martens, S. Subramanian, M. Vroubel, W. Wesselink, Visual Iteration Platfom, In Interact 232-239, Tokyo, Japan, July 2001.
- [WON01] P. Wonka, M. Wimmer, F. Sillion, *Instant Visibility*, EG 2001 Proceedings, vol20(3), Blackwell Publishing, A. Chalmers and T.-M. Rhyne, pp. 411-421