



Projet Callisto SARI

Simulation Architecturale Réaliste Immersive

Ariane GENTY*

Coordinatrice projet collaboratif Callisto-SARI

BOUYGUES BATIMENT INTERNATIONAL

RESUME

Le projet Callisto-SARI est un projet de R&D regroupant huit partenaires autour des problématiques de la réalité virtuelle pour la construction et l'architecture. Porté par les pôles de compétitivité Advancity et Cap Digital en Ile de France, Il est financé par le Fonds Unique Interministériel (appel FUI 9), depuis juillet 2010 sur une durée de 3 ans. Ce projet vise à Construire une salle immersive d'usage grand public et industriel pour la visite 3D de bâtiments, au sein de la Cité des Sciences et de l'Industrie, lieu Universcience à Paris, La Villette. Ses objectifs principaux sont de :

- Permettre par une installation innovante de visiter l'intérieur d'un bâtiment à l'échelle 1, en temps réel, en rendus physiques acoustiques et lumineux ;
- Donner aux utilisateurs des sensations visuelles et acoustiques proches d'une visite réelle permettant de prendre des décisions concernant un projet de construction. (Éviter les constructions témoins) ;
- Interagir, au cours de cette visite, avec l'intérieur du bâtiment, pour en changer des éléments et en voir les conséquences immédiates ;
- Pour Universcience y ouvrir les usages en permettant d'y présenter des contenus 3D hors bâtiment.

Mots Clés: réalité virtuelle, temps réel, échelle 1, immersion, interactions, simulation physique, acoustique, éclairage, matériels, simulation architecturales et construction,.

1 INTRODUCTION


Les métiers de la construction sont actuellement en profonde mutation : les défis environnementaux (nouvelles réglementations et contraintes énergétiques...) et d'industrialisation sont autant de leviers pour passer de l'usage des plans 2D à l'utilisation de modèles 3D de CAO pour le bâtiment [1] (BIM Building Information Model). Ces modèles incluent des informations sémantiques des différents métiers (Structure, Climatisation/Ventilation, Plomberie, Eclairage, ...etc) et les données pour les simulations (résistance des matériaux, consommations énergétiques, thermique, éclairage, acoustique, ...). Ces enjeux doivent être adressés tout au long des projets mais principalement en phase amont pour correspondre à la demande des clients, préparer au mieux les contraintes techniques sur les chantiers en phase de construction puis ensuite pour contrôler le bâtiment en phase d'exploitation.

* ar.genty@bouygues-construction.com

Les besoins en visualisation 3D pour communiquer efficacement et de façon collaborative sur tous ces aspects, mais aussi pour sensibiliser les acteurs des métiers et le grand public à l'apport de la maquette 3D de CAO ont contribué à l'élaboration du projet Callisto-SARI.

Le consortium du projet est constitué par : Un grand groupe, Bouygues Bâtiment International (*BBI*)(chef de file Callisto) [2], deux PME, Immersion S.A. [3], Art Graphique et Patrimoine [4] (*AGP*), deux EPIC, Universcience (Cité des Sciences et de l'industrie) [5], le Centre des Sciences et Techniques du Bâtiment [6] (*CSTB*), trois laboratoires de recherche, Arts et Métiers ParisTech [7] (*AMPT*), Ecole Centrale Paris [8] (*ECP*), le Laboratoire des usages en Technologies d'Information Numérique – Paris8 [9] (*LUTIN*).

A travers le projet les partenaires mutualisent la réalisation et l'exploitation d'une salle immersive dans un espace accessible au grand public, aux industriels, aux écoles et aux laboratoires de recherche. L'objectif étant de promouvoir la mise en place d'outils matériels et logiciels de réalité virtuelle pour visualiser et manipuler des environnements architecturaux numériques 3D et plus encore pour Universcience tout type de contenu scientifique en 3D.

Le projet a bénéficié du soutien des équipes et des technologies AMD .

Plusieurs axes de recherche y sont adressés notamment :

- La modélisation temps réel pour la simulation physique de l'éclairage (naturel et artificiel), *CSTB* ;
- La modélisation temps réel pour la simulation physique acoustique (traitement d'informations spectrales et spatiales 3D liées à un champ sonore), *CSTB* ;
- La simulation spectrale des propriétés physiques visuelles des matériaux, *ECP* ;
- La simulation de l'éclairage naturel et artificiel pour la visite dynamique de sites patrimoniaux, *CSTB*, *AMPT*, *AGP* ;
- L'évolution des modèles BIM-IFC de maquettes numériques pour la modélisation détaillée et le rendu réaliste des bâtiments, *CSTB*, *AMPT* ;
- La visualisation temps réel à l'échelle 1/1 et géométrie constante pour la maquette 3D de bâtiment, *AMPT* ;
- De nouvelles modalités d'interactions 3D avec les maquettes numériques adaptées aux usages en architecture, *LUTIN*, *AMPT* ;
- La modélisation informatique permettant la combinaison entre les relevés lasergrammétriques et photogrammétriques et la numérisation 3D d'un bâtiment, *AGP*.

Les principaux livrables du projet sont :

- La Salle Callisto-SARI : un système innovant d'immersion visuelle, sonore et d'interactions 3D ;
- Des applications logicielles et algorithmiques pour
 - ✚ Une meilleure intégration du traitement de la lumière et de l'acoustique ;
 - ✚ Une passerelle entre les applications de simulation spectrale (lumière, matériaux, son) et les applications temps réel ;
 - ✚ Le passage entre maquette numérique et maquette de rendu hyper réaliste. (Outils de travail des bureaux d'études → valorisation par l'infographie) ;
 - ✚ Une Interaction 3D adaptée, basée sur le geste.
- Un système mobile de RV Accessible pour permettre une diffusion plus large de ces techniques dans les métiers de la construction.

2 LA SALLE IMMERSIVE (MATERIEL)

Une salle dédiée initialement au cinéma relief a été rénovée à la cité des sciences pour accueillir le système. Au terme du projet cette salle sera accessible au grand public (50 personnes guidées par un démonstrateur) et, en dehors des horaires du public, utilisable par les industriels ou les chercheurs (5 personnes maximum au centre du dispositif pour une utilisation du type revue de projet, 1 personne avec tracking de tête pour une utilisation en immersion/interaction). La salle a été étudiée pour tenir compte de ces trois types d'utilisations possibles. Elle comprend :

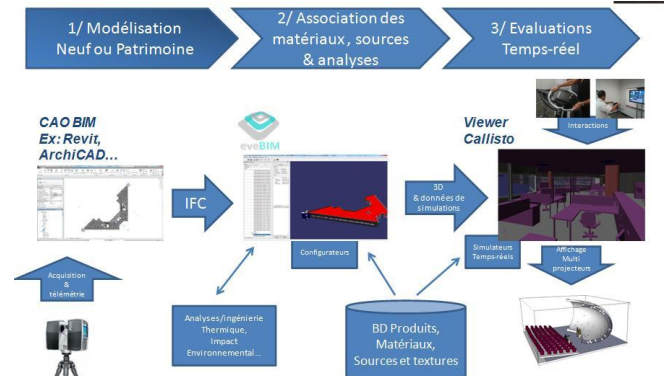
- Un écran de grande taille (L 11m, H 4,76m) de forme hémisphérique, pour favoriser la sensation d'immersion dans l'image en évitant les angles d'un cave et en permettant une bonne visualisation des hauteurs pour les visites d'intérieurs de bâtiment à l'échelle 1.
- Huit projecteurs HD, stéréo active, et un serveur graphique.
- Un dispositif acoustique de type « Ambisonic » permettant une spatialisation sonore avancée, avec un système d'enceintes réparties tout autour de la salle et pilotée par un serveur acoustique synchronisé sur le serveur graphique. L'écran est trans-sonore (acoustiquement transparent).
- Le dispositif d'interaction à l'étude doit être basé sur le geste (type kinect) mais le système doit être ouvert afin de pouvoir tester différents types d'interfaces possibles.
- Ce chantier est traité par les équipes de Universcience (maîtrise d'ouvrage) BBI (maitre d'œuvre) et immersion (intégrateur du matériel de RV), avec les interventions de : CSTB (système acoustique) et AMPT (serveur graphique, configurations, temps réel, interfaces homme-machine).



1. Salle avant travaux
2. Numérisation 3D de la salle
3. Modèle numérique d'étude
4. Installation de l'écran dans la salle.

3 LA PLATEFORME LOGICIELLE

La plateforme logicielle mise en place dans le cadre de Callisto est basée sur les développements réalisés au CSTB pour la plateforme EVE (Environnements Virtuels Enrichis) [10]. Elle est mise à disposition de l'ensemble des partenaires, dans le cadre du projet, pour leur permettre d'y ajouter leurs modules technologiques. Elle sert de support au développement du navigateur Callisto. Celui-ci doit savoir afficher dans le système de la salle, en intégrant les modules de simulation physique de l'acoustique et de la lumière, rendus compatibles avec l'interactivité et la navigation temps réel. Ces modules sont basés sur la modélisation de propagation des ondes acoustiques et lumineuses en environnement complexe. Enfin elle doit permettre de charger des modèles au format IFC (standard BIM basé sur le format STEP) mais aussi les principaux formats 3D du marché.

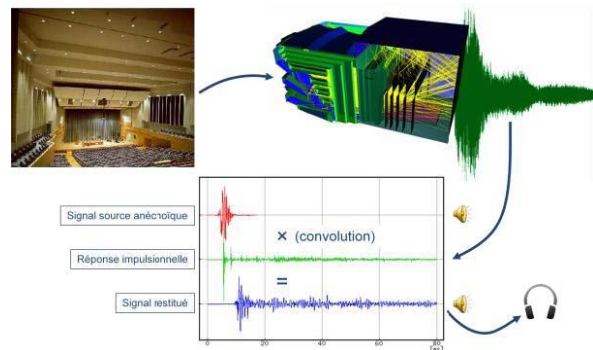


3.1 Processus, du réel au virtuel

L'analyse des processus (AGP [4]), comprend : l'acquisition 3D (par lasergrammétrie, photogrammétrie...), la modélisation 3D (avec ajout de sémantique métier au moment du relevé ou dans un logiciel de CAO, l'export en format IFC, l'ajout d'informations de rendus (matériaux, textures...etc), la scénarisation de l'interaction avec l'utilisateur et le traitement par le navigateur Callisto. Pour illustrer ces processus, deux contenus spécifiques sont développés dans le cadre du projet : un contenu 3D industriel (Bâtiment sur le site de Challenger, siège de Bouygues Construction) et un contenu 3D institutionnel (Parties du Palais de la Découverte et du Grand Palais pour Universcience).

3.2 Rendu sonore dynamique

Le navigateur Callisto doit intégrer un module de restitution de l'environnement sonore virtuel d'un volume complexe, développé par le CSTB [11], pour simuler de façon dynamique, immersive et interactive la réponse acoustique d'un bâtiment. Celui-ci se base sur une modélisation précise des phénomènes de propagation acoustique et sur une implémentation temps réel.



Rendu sonore dynamique : schéma de principe.

3.3 Simulation d'éclairage, navigation temps réel

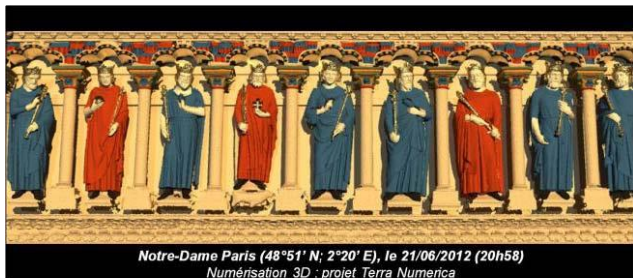
De même, le navigateur doit intégrer le module de simulation d'éclairage développé par le CSTB [12]. Celui-ci se base sur une approche physique de la propagation de la lumière en environnement complexe et sur une description spectrale de la lumière et des matériaux. A cette fin, Le CSTB a mis au point un ban de mesures spectrales des matériaux du bâtiment. L'enjeu dans le projet est de pouvoir intégrer ces méthodes et calculs dans le navigateur en temps réel.



1. Méthode de cache d'éclairage 2. Simulation dans une Salle de concert

3.4 Simulation de l'apparence visuelle des matériaux

Les recherches sur les réponses physiques et optiques des matériaux en simulation sont effectuées en parallèle à L'Ecole Centrale Paris et viennent enrichir le projet. Le module de simulation physique et spectral de l'apparence visuelle des matériaux sera interrogé à partir du navigateur Callisto pour visualiser une image calculée à partir d'un point de vue demandé par l'utilisateur.



Simulation de l'apparence des peintures et dorures sur la façade de Notre Dame de Paris

3.5 Usages, Interactions, Cyber-malaise

L'étude et la mise en place des interactions homme-machine est l'occasion de collaborations entre Arts et Métiers ParisTech, Immersion et le laboratoire d'ergonomie et des usages le LUTIN. Basées sur le geste pour minimiser l'instrumentation de l'utilisateur, elles doivent être les plus simples et intuitives possible pour convenir au secteur industriel comme au secteur de la médiation grand public. De plus, une thèse sur les conflits sensoriels en réalité virtuelle a débuté chez Arts et Métiers ParisTech dans le cadre de Callisto.



4 FUTUR TRAVAUX

4.1 Connexions inter-salles

Deux des partenaires du projet possèdent des installations de Réalité Virtuelle. Il s'agit donc dans le cadre du projet d'être capable de faire dialoguer la salle de la Cité des Sciences avec la salle Le Corbusier du CSTB à Sophia Antipolis, ou avec le Cave 4 faces de l'institut Image à Chalon sur Saône pour Arts et Métiers ParisTech. Dans ce but la salle à la Cité des Sciences sera reliée par fibre optique au réseau RENATER.

4.2 Système mobile

Pour une utilisation industrielle, en fin de projet, il est prévu également de décliner les solutions (matérielles et logicielles) développées dans la salle Callisto sur un système plus léger : mobile et moins coûteux. Effectivement le marché de la construction est composé en grande partie de petites PME, avec lesquelles il devient de plus en plus nécessaire de pouvoir dialoguer autour des maquettes numériques. Une solution de ce type pourrait être pratique sur site. Dans le cadre du projet une réflexion et un prototype de solution seront envisagés.

5 CONCLUSION

Les enjeux sont nombreux et ambitieux, particulièrement pour ces nouveaux secteurs de la maquette numérique que sont l'architecture et la construction. Ils sont adressés par chaque partenaire selon son expertise dans le cadre du projet, mais avec le désir de générer une dynamique plus large, des projets complémentaires, des nouvelles collaborations autour des aspects abordés. Les utilisations industrielles et grand public ouvrent des perspectives pour développer de nouveaux contenus pour la salle, et de nouveaux outils pour le secteur industriel. Pour Universcience, en particulier, il s'agit de montrer les usages de la maquette numérique dans d'autres métiers ou secteurs scientifiques.

REFERENCES

- [1] BuildingSmart, <http://www.mediaconstruct.fr/>.
- [2] Bouygues Bâtiment International, <http://www.bouygues-construction.com/416/filiales/bouygues-batiment-international.html>.
- [3] Immersion, <http://www.immersion.fr/>.
- [4] Art Graphique et Patrimoine, <http://www.artgp.fr/>.
- [5] Universcience, www.universcience.fr/
- [6] Centre des Sciences et Techniques du Bâtiment, <http://www.cstb.fr/>.
- [7] Arts et Métiers ParisTech, <http://www.ensam.fr>.
- [8] Ecole centrale de Paris, laboratoire Mathématiques Appliquées aux systèmes, <http://www.mas.ecp.fr>.
- [9] Laboratoire des usages en Technologies d'Information Numérique, www.lutin-userlab.fr/.
- [10] EVE environnement virtuels enrichis (CSTB MODEVE), http://salle-immersive.cstb.fr/webzine/preview.asp?id_une=26. « le CSTB a lancé, en 2000, le projet « Environnements Virtuels Enrichis » qui vise à combiner « simulations scientifiquement valides » et « environnements virtuels » pour développer une plate-forme regroupant des modèles numériques, de fonctionnalités de visualisation / interaction en temps réel et des capacités de partage de données entre les différents modules mais aussi avec le monde de la CAO »
- [11] CSTB DAE Mieux concevoir l'acoustique d'un bâtiment, <http://www.cstb.fr/actualites/webzine/thematiques/acoustique/mieux-concevoir-lacoustique-dun-batiment.html>.
- [12] CSTB DAE simulation d'éclairage, http://dae.cstb.fr/webzine/preview.asp?id_une=73.