

Un fablab/hackerspace et une salle immersive pour les étudiants en Génie Civil à l'INSA Rouen Normandie

Jean-Marc Cherfils¹, Aymeric Le Borgne¹, Elie Rivoalen¹

¹ *Département Génie Civil & Constructions Durables - Institut National des Sciences Appliquées Rouen Normandie*

Résumé

Le département Génie Civil & Constructions Durables de l'INSA Rouen Normandie a créé un tiers-lieu destiné à l'expérimentation numérique pour le Génie Civil. Ce FabLab, ou Hackerspace, réunit divers équipements : imprimante 3D, ordinateur et lunettes de réalité virtuelle, tablette tactile, des stations de travail. . .

Une salle d'immersion 3D, de type C.A.V.E (CAVE Automatic Virtual Environment) est également en cours d'installation. Les étudiants disposent ainsi de divers outils numériques innovants, en libre-service. L'objectif est de leur permettre de s'initier à l'utilisation de ces équipements et de découvrir les potentielles applications dans le domaine du Génie Civil et de la Maquette Numérique (*BIM*). Ils sont encouragés dans le cadre de projets à explorer et améliorer l'utilisation de ces outils. Un site internet de type blog, dédié à ce Hackerspace, a été mis en place afin de mettre à disposition pour les étudiants et par les étudiants eux-mêmes, l'ensemble des travaux réalisés dans ce lieu. Les futurs étudiants pourront ainsi s'autoformer, dès leur arrivée, à l'utilisation du matériel, au *BIM* et poursuivre le travail de leurs prédécesseurs.

Mots-clés : immersion, réalité virtuelle, pédagogie par projets, modélisation 3D, BIM, pédagogie hybride.

1 Le *BIM* et le Génie Civil

Le *BIM* (Building Information Modeling) marque la transition vers le numérique dans les domaines du Génie Civil et de l'Architecture. Plus qu'un simple outil de modélisation 3D, la maquette numérique *BIM* vise à rassembler toutes les informations liées à un bâtiment dans un seul et unique modèle centralisé.

Dès son apparition, le concept de maquette numérique s’est montré ambitieux : permettre à l’ensemble des acteurs de la construction d’utiliser et alimenter la même base d’information, quel que soit leur corps de métier : corps d’états architecturaux, calcul de structure, efficacité énergétique, décoration, économie de la construction,... et à toutes les étapes de la vie de l’ouvrage : conception, construction, exploitation, déconstruction.

Tous les acteurs majeurs du Génie Civil ont donc entamé une transition vers la maquette numérique. Ce domaine de compétence fait partie intégrante, dorénavant, des critères de recrutement des plus grandes entreprises du bâtiment, à tous les niveaux de conception. De nouveaux métiers (*BIM Manager*, ...) sont d’ailleurs apparus, tant la mise en œuvre correcte et détaillée d’une telle maquette requiert un savoir-faire spécifique.

Le département Génie Civil et Constructions Durables de l’INSA Rouen Normandie suit de près cette transition numérique et a déjà intégré le *BIM* à sa formation d’ingénieur. Dans le cadre d’un projet d’Architecture, les étudiants sont amenés à travailler par groupes sur différentes maquettes numériques à l’aide de *Autodesk Revit*. La mise en œuvre d’une telle maquette nécessite par ailleurs une collaboration entre les différents groupes qui, au terme du projet, doivent fusionner leurs travaux en un seul modèle de l’ensemble du lot de bâtiments. Cette dimension *travail collaboratif* fait partie intégrante de la maquette.

Enfin, depuis 2 ans, il leur est possible de réaliser des visites virtuelles en rendu photoréaliste (figure 1) et d’examiner leur maquette en immersion à l’aide de lunettes 3D, type *Oculus Rift*. Cette étape remporte un franc succès, tant pour son côté ludique que pour l’inspection minutieuse et les corrections du modèle qu’elle permet.



FIGURE 1 – Rendu photoréaliste d’une maquette numérique réalisé par les étudiants.

2 Le Hackerspace

Face à l’important développement du *BIM* et de ses applications, il est apparu impossible d’aborder toutes les passerelles existantes entre le modèle architectural et les outils de simulation (structure, thermique). À présent, nous veillons à les combiner, de manière à respecter au mieux l’approche intégrée, centralisée et collaborative du *BIM*, qui est au cœur des problématiques des entreprises. Ainsi nous mettons en place des projets transverses d’architecture et de calcul de structure, visant à réaliser plusieurs études différentes autour de la même maquette numérique.

Nos élèves-ingénieurs développent donc un savoir-faire sur l'usage d'outils numériques très diversifiés, ne pouvant pas faire l'objet d'un cours/TD exhaustif. Aussi, il nous est paru essentiel de permettre aux étudiants de choisir les axes à étudier, suivre les dernières innovations et apprendre, par eux-mêmes, à mettre en œuvre certaines passerelles entre la maquette et d'autres logiciels. Cela implique de réaliser une veille technologique assidue et de mettre à disposition des étudiants des équipements suffisamment récents et performants. Un espace a été créé, contenant :

- une imprimante 3D pour la création de modèles réduits de plans d'étages de bâtiments.
- l'ordinateur équipé d'une carte graphique performante et des lunettes de réalité virtuelle *Oculus* mentionné précédemment, pour la visite virtuelle et la création de rendus photo-réalistes en temps réel.
- une tablette tactile, permettant de tester les applications mobiles de plus en plus présentes sur les chantiers (visualisation de maquettes numériques, réalité augmentée).
- une station de travail avec une gestion particulière des droits d'administration combinée à une restriction d'accès au réseau, leur permettant d'installer des logiciels expérimentaux sans risque d'affecter la sécurité du réseau de l'école.

Dès que les étudiants travaillent sur un sujet précis, exploitant un nouvel outil matériel ou logiciel, ils sont invités à rédiger un « tutoriel » sur un site internet, développé en interne.
<https://batcave.insa-rouen.fr>

Le site contient d'ores et déjà une trentaine d'articles de longueurs et niveaux de précision variables. Il s'agit donc de les corriger, parfois même les remanier complètement : comme tout site de type *blog*, les articles rédigés par les auteurs passent par une étape de modération avant publication. Ces tutoriels pourront être lus et complétés par les prochains étudiants travaillant sur le sujet, assurant la transmission de savoir aux futures promotions. Cet aspect motive particulièrement les étudiants, qui varient les formats : codage et explication de syntaxe pas à pas, graphiques et photos, captures d'écran parfois agrémentés de voix enregistrées façon *youtubeur*.

3 Une salle d'immersion

La salle d'immersion, ou C.A.V.E (CAVE Automatic Virtual Environment), est constituée de 2 grandes surfaces de projection 2 :

- Un mur de largeur $4m$ et de hauteur $2,3m$, rétroprojeté.
- Un sol de largeur $4m$ et de profondeur $2,3m$ projeté par le haut, via un miroir.

Les projecteurs choisis permettent de diffuser une vue 3D en stéréoscopie (une image pour l'œil gauche et une image pour l'œil droit superposées) en haute résolution et à une fréquence de 120Hz. Des lunettes actives (intégrant des écrans LCD synchronisés aux projecteurs) permettent de séparer les images. Plusieurs utilisateurs peuvent ainsi se positionner simultanément sur la surface projetée au sol et face au mur, leur offrant ainsi un champ de vision très large sur une maquette numérique par exemple.

A l'inverse des lunettes de réalité virtuelle, ce type d'installation permet une immersion collective et autorise les utilisateurs à maintenir une communication visuelle autour de la maquette numérique. Nous expérimentons divers modes d'interaction. Nous envisageons d'expérimenter une façon de modifier la maquette au cours de l'immersion, « de l'intérieur », en exploitant les mouvements de l'utilisateur. Pour cela, un dispositif de tracking doit être installé, permettant de détecter les mouvements de la main et d'assigner à certaines gestuelles simples les actions correspondantes.

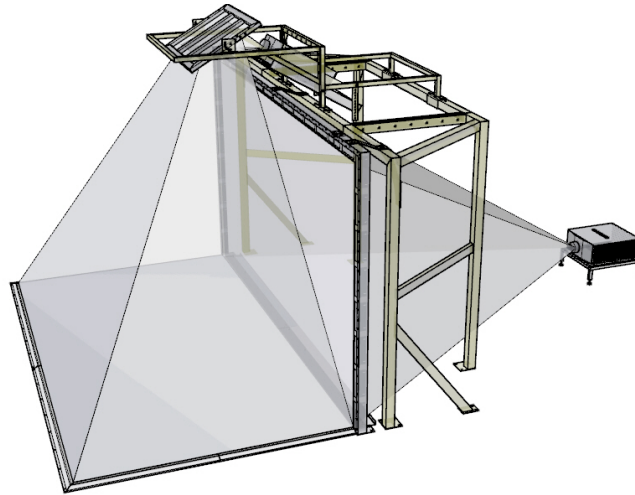


FIGURE 2 – Structure de la salle d’immersion.

4 Bilan provisoire

Cette première année, encore en cours, du Hackerspace se montre positive. Le travail sous forme d’ateliers motive les étudiants et les thèmes abordés suscitent leur curiosité. Le matériel mis à disposition tend à se démocratiser, mais reste innovant et parfois assez complexe à utiliser. Ils ont conscience de la chance qu’ils ont de pouvoir apprendre à l’employer et expérimenter de nouvelles approches.

Le rendu de travaux sous forme d’articles publiés sur un site internet, à destination d’autres étudiants, les pousse à soigner la présentation et avoir, eux-mêmes, une démarche pédagogique. Les règles de modération et le cahier des charges seront affinés dès la prochaine promotion, au cours de laquelle nous pourrons observer la façon dont les nouveaux étudiants s’approprient les travaux précédents et parviennent à enrichir le contenu.

Enfin, cette base de connaissance autour du *BIM* et du numérique au Génie Civil est destinée à s’étendre et nous envisageons d’en maintenir l’accès aux étudiants, même une fois diplômés. Indépendamment des choix de sujets ou logiciels étudiés au cours de leur scolarité, ils pourront toujours avoir accès au reste des tutoriels pendant leur parcours professionnel.

Par ailleurs, ce tiers lieu sera également disponible pour la nouvelle formation IAU (Ingénieur Architecte Urbanisme) qui ouvrira à la rentrée prochaine, en collaboration avec l’Ecole Nationale Supérieure d’Architecture de Normandie et sur le modèle du double diplôme de l’INSA Strasbourg.