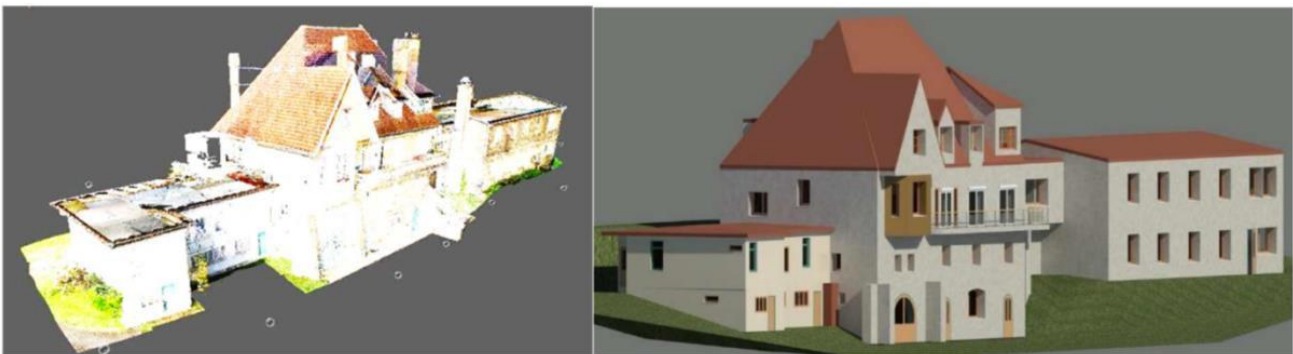


### Session 2b : Formations Bac+3/Bac+6

## Du nuage de points à la simulation thermique d'un groupe de bâtiments existant via un modèle BIM



#### Les soutiens d'EduBIM 2019



Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>

# Du nuage de points à la simulation thermique d'un groupe de bâtiments existant via un modèle BIM

Eduard Antaluca<sup>1</sup>, Fabien Lamarque<sup>1</sup>, Eve Ross<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Département GSU, UTC*

<sup>2</sup> *UTC/ LCOMS Université de Lorraine*

## Résumé

L'objectif de cette présentation est de montrer une méthodologie élaborée par un groupe d'étudiants de l'université de technologie de Compiègne (UTC) dans le cadre d'un projet pédagogique en collaboration avec l'Hermitage Le Lab. Ce projet a été réalisé dans le cadre d'une formation par projet nommée Atelier projet.

## Mots clefs

Modélisation/simulation, réhabilitation, interopérabilité, lasergrammétrie

## 1. Introduction

Dans le cadre de la formation en Génie des Systèmes Urbains, il est possible de réaliser des projets pour le compte d'intervenants extérieurs, que ce soit des acteurs publics ou privés. Une telle UV nommée Atelier-projet est l'occasion pour les étudiants de mettre en pratique les connaissances accumulées durant toutes leurs années d'étude et de se préparer pour leur futur métier d'ingénieur. Le travail de groupe en autogestion, où les enseignants ne sont que des encadrants, est une valeur ajoutée dans le cursus des étudiants en Génie des Systèmes Urbains. Les étudiants doivent articuler des compétences de science de l'ingénieur et de sciences humaines et sociales afin de reformuler une demande sociétale en une problématique d'ingénierie dans une approche transdisciplinaire.

Pour ce projet, dix-neuf étudiants-ingénieurs (de Bac + 2 à Bac + 5) ont effectué, en réponse à une demande du Hermitage Le Lab, une modélisation BIM du site en se basant sur les nouvelles technologies de numérisation 3D, mises à leur disposition par la plateforme *PLEMO3D*<sup>12</sup>, et sur les logiciels de modélisation BIM et thermique en vue d'une réhabilitation énergétique du site.

L'Hermitage, un site de plusieurs bâtiments au cœur d'un milieu agricole et boisé, est un lieu de partage où les enjeux contemporains majeurs sont soulevés (Figure 7-1). Dans le cadre de l'atelier projet, les étudiants ont contribué à la réflexion sur la transition énergétique des bâtiments du site. Ils ont utilisé les nouvelles technologies numériques (lasergrammétrie) afin d'acquérir des données sur les structures existantes. Ils ont partagé également les valeurs prônées par le Lab Hermitage, comme le vivre-ensemble, où les connaissances et expériences de professionnels, d'enseignants, d'étudiants et d'habitants du site.



Figure 7-1 - Plan de situation

---

<sup>12</sup> PLEMO 3D est une plateforme mobile d'outils numériques pour la numérisation et la modélisation 3D de Sorbonne Université (<http://www.sorbonne-universites.fr/actions/recherche/actions-structurantes/plemo-3d.html>)

Dans le cadre de ce travail, les missions confiées sont (Figure 7-2) :

- de proposer une modélisation Revit en s'aidant de nuages de points acquis par scanner laser ;
- de réaliser un audit visuel sur l'état physique des bâtiments afin d'acquérir une base de données ;
- de réaliser une simulation thermique de l'existant en utilisant le logiciel Pléiades Comfie ;
- de proposer des solutions de rénovation en phase avec l'éco-construction afin de pallier aux problèmes soulevés lors de la simulation thermique et de l'audit ;
- de prendre sur place des mesures météorologiques aux moyens de capteurs extérieurs et intérieurs.

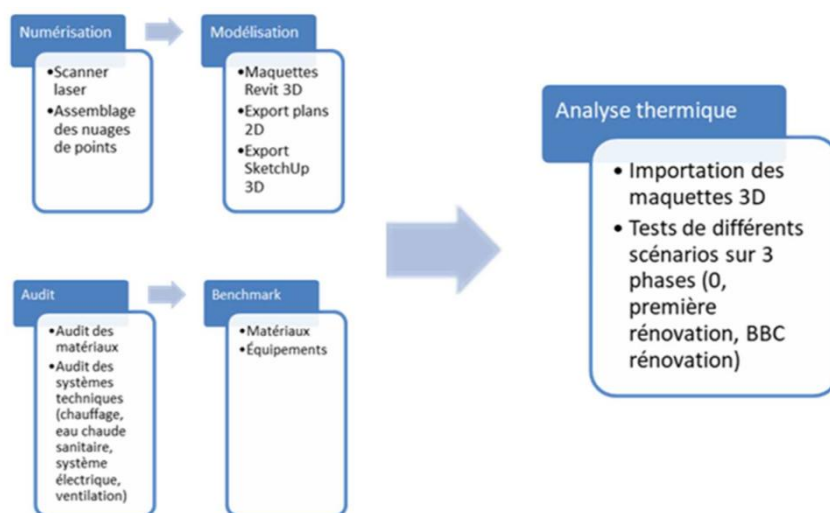


Figure 7-2 - Missions à réaliser

## 2. Réalisation de la maquette numérique du site

### 2.1 Numérisation

Afin de modéliser les bâtiments du projet Hermitage Le Lab, les étudiants ont procédé d'abord à l'obtention des nuages de points par scanner laser. En assemblant les différents scans dans le logiciel Autodesk Recap, les étudiants ont obtenu des représentations 3D des bâtiments sous forme de nuages de points. Sur l'exemple ci-dessous (Figure 7-3) on peut voir sous la forme de petites bulles les emplacements où les scans ont été faits. Les nuages de points ont servi ensuite de calque (dans Autodesk Revit) sur lesquels les étudiants ont pu construire un modèle solide CAO de type BIM.

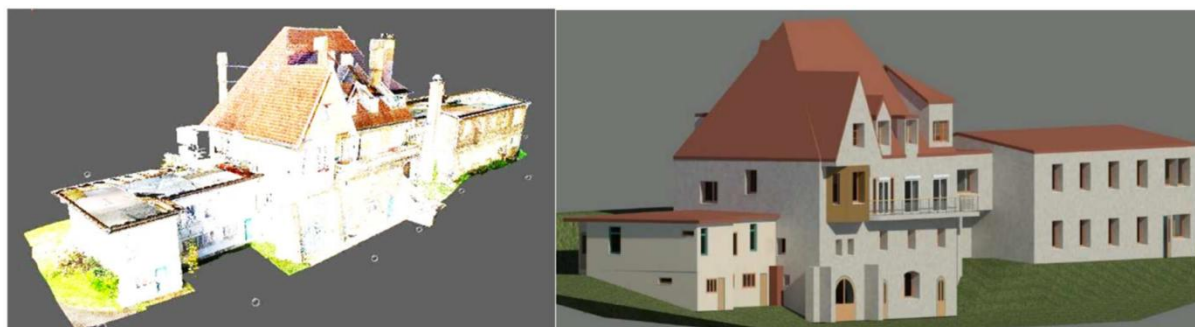


Figure 7-3 - Nuage de point assemblé et modèle BIM pour la grande bâtisse (exemple)

## 2.2 Modélisation BIM

De façon générale une maquette numérique de type BIM doit pouvoir être ouverte par l'ensemble des acteurs du projet avec leurs logiciels spécifiques. Cela suppose que la maquette doit être accessible par tous, notamment grâce à la mise en place d'un serveur local ou sur le web à l'aide d'un cloud.

Dans le cadre de ce projet les différentes maquettes BIM ont été réalisées en utilisant le mode collaboratif de Revit. Afin de rendre possible cette collaboration, un système de nomenclature a été mis en place pour nommer les différents éléments de la maquette tels que les menuiseries, les murs ou encore les pièces. Quelques exemples des règles définies pour une réalisation d'une nomenclature normalisée sont présentés ci-dessous :

- les fenêtres sont nommées selon la façade et le niveau ;
- le nom des murs indique intérieur ou extérieur ainsi que l'épaisseur du mur ;
- les pièces sont nommées selon le niveau sur lequel elles se trouvent ainsi que les éventuels noms des sous-bâtiments auxquels elles appartiennent.

## 2.3 Modélisation du site

Le modèle du site avec les différents bâtiments a été réalisé à l'aide du logiciel Autodesk Infracore. Le logiciel récupère les données de topographie du terrain via la base de données OpenStreetMap. Cela a donné un modèle de terrain du site avec des modèles simplifiés des bâtiments et des tracés de route. Ce modèle a été ensuite amélioré en remplaçant les modèles de bâtiments simplifiés avec les modèles modélisés sur Revit à partir des nuages de points (Figure 7-4).



Figure 7-4 - Modèle du site de l'Hermitage avec Infracore

## 3. Etude thermique

L'étude thermique des bâtiments a été effectuée sur le logiciel Pléiades-Comfie. Elle permet de faire un état des performances thermiques actuelles des chalets. Les maquettes Revit des chalets ont été enregistrées sous le format gbXML, puis ouvertes sur un importateur BIM afin de les importer dans le logiciel Pléiades (Figure 7-5).



Figure 7-5 - Exemple d'exportation/importation gbXML

Différentes informations ont dû être alors renseignées sur le logiciel :

- définition des compositions des parois (murs, plancher, toiture) conformément à ce qui avait été relevé lors de l'audit ;
- renseignement des types de menuiseries (menuiseries bois avec simple vitrage pour les fenêtres, et menuiseries en PVC (intérieur) et alu (extérieur) avec double vitrage pour les portes fenêtres ;
- établissement des scénarios d'occupation et de consigne de température des chalets, conformément à ce qui avait été envoyé par Mathieu dans le questionnaire des usages ;
- établissement du scénario de ventilation. Pour cela, nous avons considéré un débit correspondant à la somme des débits de chaque ouverture sur fenêtre conformément à ce qui avait été mesuré lors de l'audit ;
- renseignement des émetteurs chaleur (radiateurs électriques de 2kW), des émetteurs ECS et ballons d'eau chaude.

Toutes ces informations ont été obtenues suite à un audit énergétique du site. Une fois ces informations renseignées dans le logiciel, des simulations annuelles ont été effectuées. Les résultats obtenus ont été analysés pour identifier les points sur lesquels une amélioration est possible.

## 4. Conclusion

L'atelier projet a permis aux étudiants d'utiliser plusieurs logiciels interopérables pour réaliser l'étude dans une démarche de type BIM. Ils ont appris à travailler/collaborer à 19 à l'aide d'une démarche collaborative sur les maquettes numériques, en utilisant des outils de gestion de projet pour synchroniser leur travail. Ce projet leur a permis d'affiner leur maîtrise des logiciels de modélisation numérique et thermique ainsi que d'appréhender les forces mais aussi les faiblesses du BIM.