

# DU RELEVÉ À LA MODÉLISATION DE LA CHARPENTE DE LA SEIGNEURIE D'ANDLAU ET SON INTÉGRATION DANS UN SYSTÈME D'INFORMATION HISTORIQUE

Société d'accueil : *LSIIT Equipe TRIO/INSA Strasbourg*  
*CIP/CC du Piémont de Barr*



PFE présenté par : **Anthony Viale**

Directeur (directrice) du PFE : *Sophie Reeb*  
*Mathieu Koehl*

Correcteurs : *Emmanuel Alby*  
*Mathieu Koehl*

---

## 1. Introduction

Le bâtiment faisant l'objet de l'étude se trouve au centre-ville d'Andlau, commune située dans le département du Bas-Rhin dans le canton de Barr, à environ 40 Km de Strasbourg. Cet hôtel particulier construit en 1582 par un des quatre fils de Frédéric d'Andlau fut la résidence des Comtes d'Andlau du XVI<sup>ème</sup> siècle jusqu'à la Révolution. Il fut plus tard appelé « Maison Rouge », nom venant de son propriétaire M. Charles ROUGE (1900). Puis il a pris le nom de Seigneurie d'Andlau. Son architecture représente le style renaissance du XVI<sup>ème</sup> siècle notamment par ses pignons à volutes et son escalier à vis à l'intérieur de la tourelle polygonale.

Depuis janvier 2005, la commune d'Andlau est devenue propriétaire de la Seigneurie. Cette dernière va prochainement subir des modifications pour accueillir le Centre d'Interprétation du Patrimoine (CIP), un musée va ainsi être créé. Les trois niveaux de combles vont être restaurés et isolés, la charpente historique (voir **Figure 1**) sera ainsi masquée et les deux derniers niveaux ne seront plus accessibles.



Figure 1 : La charpente au deuxième niveau des combles

Dans ce contexte, il a été demandé une modélisation de la charpente pour en permettre un archivage, d'y effectuer des diagnostics, apprendre à connaître et conforter les connaissances sur ce type de charpente historique. Enfin, la visualisation virtuelle devra permettre d'autres applications et notamment la mise à disposition de modèles pour des animations, éventuellement poser les premières pierres d'un système d'information et fournir le futur musée et CIP en données (numériques).

Le projet comporte quatre phases distinctes :

- Le relevé (par lasergrammétrie, photogrammétrie et tachéométrie).
- La modélisation et la structuration des données.
- La création d'un modèle interactif.
- La proposition et l'intégration dans un système d'information historique.

## 2. Relevé

Le relevé a fait l'objet d'un sujet de Projet de Recherche Technologique (PRT), il a donc débuté en septembre 2009. Le premier travail a été de mettre en place un canevas de points d'appui à l'extérieur du bâtiment mais également à chaque niveau des combles, chacun de ces points étant déterminés dans le système Lambert I en ce qui concerne la planimétrie et NGF – IGN69 pour l'altimétrie. La suite du travail concerne le relevé en lui-même : une partie du premier niveau a été levée avec le scanner 3D « Trimble GX ». Puis le relevé lasergrammétrique s'est poursuivi au début du PFE : le levé du premier niveau s'est terminé début mars, celui du deuxième niveau début avril et celui du troisième niveau fin avril. Pour ce dernier levé, un scanner de type « Trimble CX » a été utilisé pour pouvoir scanner la partie la plus haute de la charpente, ce qui n'aurait pas été possible avec le « Trimble GX » étant donné son débattement vertical restreint. Les différents scans ont été géoréférencés directement sur le terrain grâce au canevas de points d'appui, puis regroupés en un unique nuage de points représenté sur la **Figure 2** et couvrant l'ensemble de la structure.

Plusieurs photographies panoramiques ont été réalisées pour pouvoir créer une visite virtuelle de la charpente et des alentours de la Seigneurie. Le matériel utilisé à cet effet est l'appareil photo numérique « Canon EOS 5D » ainsi que la tête panoramique « Manfrotto 303 SPH ». Ce dispositif permet de couvrir jusqu'à 360° horizontalement et 180° verticalement en multipliant les photos recouvrant ainsi une sphère quasi-complète. L'exemple de photo panoramique (**Figure 3**) montre le champ de vision obtenu, il n'y a aucun angle mort, sauf la partie du sol juste au-dessous du trépied qui ne présente aucun intérêt particulier.



Figure 2 : Nuage de points colorisé



Figure 3 : Exemple de photo panoramique 360°

## 3. Modélisation

Le but du projet est de fournir un modèle 3D permettant de créer des scénographies et un contenu interactif qui sera intégré dans une borne informatique. Ce support pédagogique permettra au public de visualiser la charpente, de manipuler le modèle, de découvrir la construction et les différentes parties de la charpente.

Le nuage de points brut ne peut pas être utilisé pour ce genre d'applications. Il faut donc, à partir des données qu'il fournit, créer un modèle exploitable. Plusieurs paramètres sont alors à prendre en compte :

- Le niveau de détail du modèle 3D.
- Le temps pour modéliser l'ensemble des poutres.
- La taille du fichier final.
- Le format du fichier final.
- Le choix de la texture appliquée (réelle, générique, intermédiaire).

L'idée est de mettre en œuvre une procédure de traitement permettant de concilier ces différents critères, plusieurs méthodes ont été testées (les noms des logiciels utilisés figurent entre parenthèses) :

- **Maillage** : La méthode consiste à créer un maillage à partir des points du nuage initial (*3DReshaper*).

- **Coupes & maillage** : La méthode consiste à extraire des profils de chaque poutre à partir de coupes perpendiculaires à la section. Les poutres sont ensuite modélisées sous forme de maillages générés entre chaque paire de coupes (*Trimble RealWorks et 3DReshaper*).
- **Coupes & plans** : Cette méthode consiste à segmenter le nuage de points de chaque poutre en utilisant des sections (on peut utiliser des sections plus courtes pour faire apparaître plus finement une déformation). Puis chaque section est modélisée par 4 plans et non plus sous forme de maillages comme dans les méthodes précédentes (*Trimble Realworks*).
- **EasyProfile Tool** : Cette méthode utilise un outil du logiciel *RealWorks* appelé « *EasyProfile Tool* » qui permet à la base de modéliser rapidement des ouvrages linéaires comme par exemple des tunnels. Dans le cas de la charpente, le paramètre d'entrée est la géométrie d'une section de poutre. L'appli extrude ensuite cette section le long du profil de la poutre (*Trimble RealWorks et AutoCAD*).
- **4 plans** : La méthode consiste à modéliser un plan pour chaque face de la poutre en partant de l'hypothèse qu'une poutre peut être considérée géométriquement comme un parallépipède rectangle (*Trimble RealWorks et AutoCAD*). Il est à noter qu'à partir de la version 6.5 (non utilisée dans le PFE) de *RealWorks*, un nouvel outil du module *Cloud based Modéler Tool*, l'outil *Box* permet de créer directement un parallépipède rectangle à partir d'un nuage de point diminuant ainsi le nombre d'opérations.
- **Extrusion** : La méthode consiste à dessiner/modéliser la face longitudinale de la poutre (opposée à la face non visible lors du relevé) puis d'extruder cette face dans la direction de l'épaisseur de la poutre (*Trimble RealWorks et Sketchup*).
- **Matlab** : Cette méthode consiste à détecter automatiquement la courbure d'une poutre et de segmenter le nuage de points en plusieurs sections dont le nombre varie selon la courbure de la poutre et la valeur de la flèche définie. Cette décomposition permet d'obtenir un bon rendu des courbures (*Trimble RealWorks, Matlab et Sketchup*) dans le cas de poutres déformées.
- **Photomodeler** : Les poutres sont modélisées à partir de plusieurs photos (*Photomodeler*).

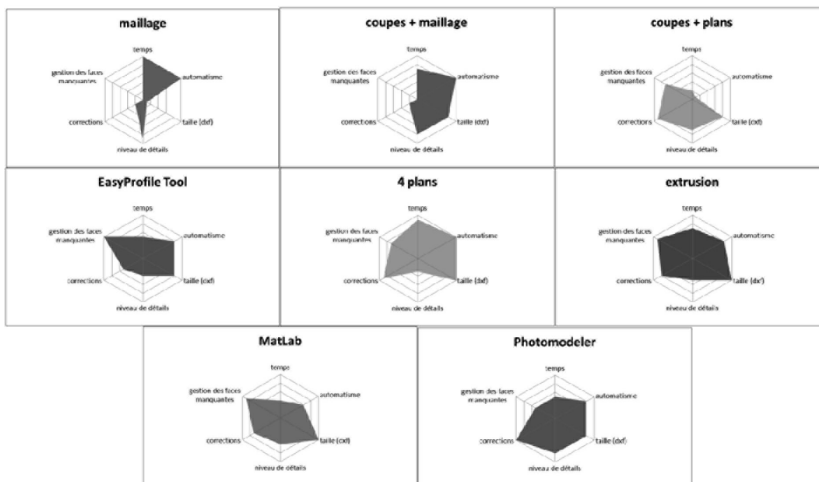


Figure 4 : Comparatif des différentes méthodes de modélisation

La **Figure 4** permet de comparer visuellement les huit méthodes selon six critères différents : l'importance de la partie colorée correspond à la polyvalence de la méthode. Les critères comparés sont :

- **Temps** : plus la valeur est grande plus le traitement est court.
- **Automatisme** : plus la valeur est grande plus le procédé est automatique.
- **Taille** : plus la valeur est grande plus le fichier de sortie est petit.
- **Niveau de détail** : plus la valeur est grande plus les détails sont fins.

- **Corrections** : plus la valeur est grande plus le nombre de corrections à apporter est faible.
- **Gestion des faces manquantes** : plus la valeur est grande plus il est facile de rajouter les faces manquantes.

#### 4. Résultats

Plusieurs types de modèles ont été créés :

- **Un modèle 3D** réalisé dans *Sketchup* (Figure 5) qui permet de visualiser la charpente complète sous tous les angles et qui peut servir de base pour réaliser des scénographies, des animations, des modèles interactifs. Il peut aussi intégrer un système d'information historique fournissant des données sur les poutres tels que les dimensions réelles, la présence de marques, des caractéristiques intéressantes, des photos, etc.
- **Une visite virtuelle** au format Flash (Figure 6) qui permet de visiter la charpente et les alentours de la Seigneurie.
- **Des modèles interactifs** réalisés dans *Sketchup* (Figure 7) qui permettent de manipuler les différentes pièces constitutives de la charpente pour visualiser les assemblages non visibles sur un modèle statique.
- **Des animations vidéo** (Figure 8) mettant en scène la construction et la mise en place des différentes pièces en bois. Les rendus sont réalisés avec le logiciel *Blender*.

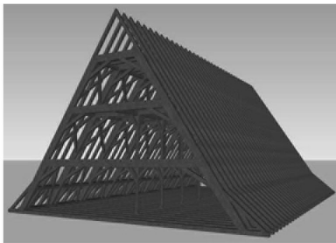


Figure 5 : La charpente modélisée (*Sketchup*)

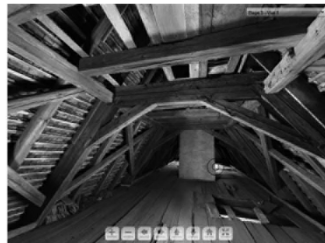


Figure 6 : Visite virtuelle de la Seigneurie (*Flash*)

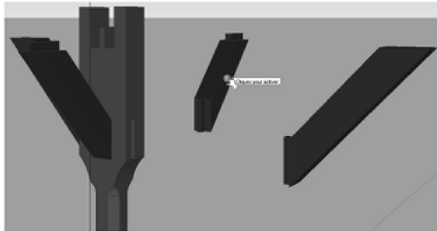


Figure 7 : Modèle interactif (*Sketchup*)



Figure 8 : Animation vidéo (fichier \*.avi)

#### 5. Conclusion

Ce projet a permis de créer un éventail de solutions pour permettre à un public non initié de profiter des avancées matérielles et logicielles dans le domaine de la 3D souvent réservés aux professionnels. En partant de données difficiles à manipuler comme les nuages de points (nécessité d'avoir un matériel informatique performant, d'avoir les licences des logiciels de traitement et les connaissances nécessaires pour manipuler les données), nous pouvons obtenir différents types de solutions accessibles à tous (modèles 3D statiques ou animés, vidéos ou visites virtuelles), qui nécessitent peu de ressources matérielles et l'utilisation de quelques logiciels gratuits souvent déjà installés sur la majorité des ordinateurs (visualiseur, lecteur multimédia, etc.).

Le travail peut être complété en comparant un modèle théorique de la charpente (dans sa position d'origine) et un modèle plus détaillé de l'état actuel, cela permettrait de faire des diagnostics et d'étudier les mouvements de la structure dans le temps et fournir des données capitales pour une éventuelle rénovation.