

École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy
Université Henri Poincaré (Nancy 1)
Institut National Polytechnique de Lorraine

Master Design Global
Spécialité Architecture, Modélisation, Environnement
Année 2009- 2010

MODELISATION DU PLAN RELIEF DE TOUL

Etudiante : NGUYEN Mai Hue

Etablissement d'accueil :

Laboratoire MAP-CRAI - Ecole d'architecture de Nancy

Sous la direction de : Christine Chevrier, Professeur

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION

1. Laboratoire Map- Crai
2. Stage

II. PRESENTATION DU PROJET

1. Projet
2. Plan Relief
3. Présentation du plan- relief de Toul

III. TRAVAIL DE STAGE

1. Modélisation 3D de l'église Saint Gengoult (3DSmax)
 - a. L'église Saint Gengoult de Toul
 - b. Autocad et 3DS max
 - c. Méthode
2. Classification des bâtiments
 - a. Méthode
 - b. Conclusion
3. Reconstruction en 3D des ouvertures et des cheminées (PlanRelief)
 - a. Le logiciel Plan- Relief
 - b. Méthode
4. Application des textures pour les maquettes (Maya)
 - a. Maya
 - b. Méthode
5. La végétation (programme PlanRelief)
 - a. Le logiciel Plan- Relief
 - b. Méthode

IV. CONCLUSION

I. INTRODUCTION

1. LABORATOIRE MAP – CRAI

Le laboratoire MAP-CRAI travaille depuis son origine sur les recherches fondamentales et appliquées dans le domaine de la restitution automatique de modèles 3D à partir de données graphiques et numériques. Il y a quelques années, il est clairement apparu que les modèles paramétriques basés sur les méthodes et outils informatiques relatifs à la conception architecturale, technique étaient inadaptés au contexte de l'architecture historique.

Le laboratoire mène des études sur la modélisation des modèles existants et sur les modèles obtenus en 3d pour analyser leur évolution historique

2. STAGE

Dans l'architecture, j'ai toujours une passion pour l'architecture historique ainsi que j'aime acquérir de l'expérience professionnelle pour améliorer et approfondir mes compétences. Pour ces raisons, j'ai choisi le sujet de modélisation de la ville de Toul. Cette connaissance me permettra par la suite de travailler dans un cabinet d'architecture création ainsi que restauration.

Les travaux du stage comprennent plusieurs parties : modélisation, classification,... Avec ces étapes, j'aurai approfondir mes différentes expériences professionnelles et les techniques. Ainsi je pourrai les combiner pour créer mon propre style dans l'avenir.

III. PRESENTATION DU PROJET

1. PROJET

Le musée des Plans- Reliefs (service à compétence nationale directement rattachée à la DAPA) souhaite valoriser ses collections largement méconnues et sous-exploitées en procédant à leur numérisation pour permettre leur diffusion sur Internet et les rendre accessibles au plus grand nombre.

Ces collections offrent une documentation unique sur l'histoire des villes, de l'aménagement des campagnes environnantes, de la fortification et de l'architecture.

Le musée présente au Programme national de numérisation 2010 un ensemble cohérent : le plan-relief de Toul, maquette 39m², à l'échelle du 1/600, réalisée entre 1846 et 1861, et l'ensemble des documents graphiques qui s'y rapportent.

Le projet de numérisation porté par le Musée des plans-reliefs comporte deux volets :

- La numérisation en haute définition des documents graphiques relatifs au plan-relief de Toul (épures, cahier de développement, documents écrits, cartes et plans), permet leur mise en ligne sur les bases du Ministère de la Communication (Mémoire, Palissy), et sur une base de données complémentaire permettant de pouvoir zoomer dans les documents lors de la consultation.
- L'expérimentation, sur une partie de la maquette, de différentes méthodes d'acquisition et de modélisation, dans le but de systématiser celles-ci à la totalité de la maquette de Toul puis à l'ensemble du fonds muséal.

La numérisation 3D du Plan-relief doit permettre de sauvegarder et de valoriser la maquette, de donner à voir au public des parties habituellement inaccessibles, et de créer un outil numérique capable de servir d'interface documentaire régulièrement enrichie.

Les recherches sur la numérisation 3D du Plan- Relief de Toul et la conception de la base de données associée à la maquette numérique seront réalisées en partenariat avec le Conseil régional de Lorraine, service régional de l'Inventaire général et le Centre Recherche en Architecture et Ingénierie (CRAI) de l'ENSA de Nancy, laboratoire de l'UMR n° 694 MAP (CNRS/MCC).

2. PLAN RELIEF

*Le **plan-relief** est un mode de représentation géographique en relief sous forme de maquette qui fut d'abord un outil militaire utilisé pour visualiser des projets*

d'aménagements ou des campagnes concernant des sites fortifiés. Ils se présentaient sous forme de maquette de terrain comportant les détails des aménagements à l'échelle.

Il semble que les premiers plans-reliefs aient été utilisés par la république de Venise et plus généralement en Italie dès la Renaissance.

(<http://fr.wikipedia.org/wiki/Plan-relief>)

3. PRESENTATION DU PLAN-RELIEF DE TOUL

a. La ville de Toul



La ville de Toul : une vue aérienne

La ville de Toul est située sur la Moselle, à l'ouest de Nancy. 40 % de la ville fut détruite pendant la seconde guerre mondiale. La restauration de ses monuments est lente

en raison des coûts trop élevés pour être supportés par la seule ville elle-même. Cependant, depuis 1999, des efforts significatifs sont entrepris avec l'aide de l'État et des collectivités régionales et départementales pour accélérer ce programme de restauration.

(<http://fr.wikipedia.org/wiki>)

b. Plan Relief de Toul

Le plan- relief de Toul est un des derniers héritiers de cette tradition initiée sous Louis XIV. Réalisé entre 1846 et 1861, ce plan-relief mesure 39m² ce qui le classe parmi les maquettes de grandes tailles de la collection. Il est composé de vingt tables pouvant être séparées dont la plus grande- celle de la ville – mesure 2,31 x 2,23m. Les autres tables regroupent la campagne environnante. Outre la table de la ville, c'est une table de 1,50x2,50 représentant la campagne qui doit être numérisée. Ilots et façades sont documentés dans le cahier de développement où on retrouve plans et élévations dessinés à la même échelle que la maquette, c'est-à-dire au 1/600.

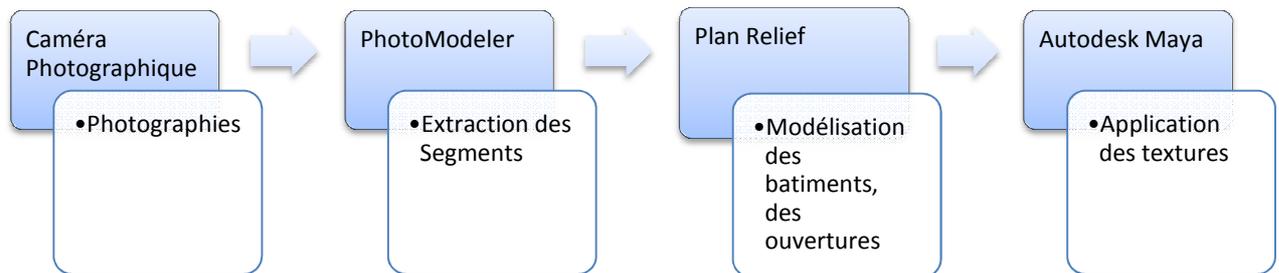


Le Plan- relief de Toul : une vue aérienne

IV. TRAVAIL DE STAGE

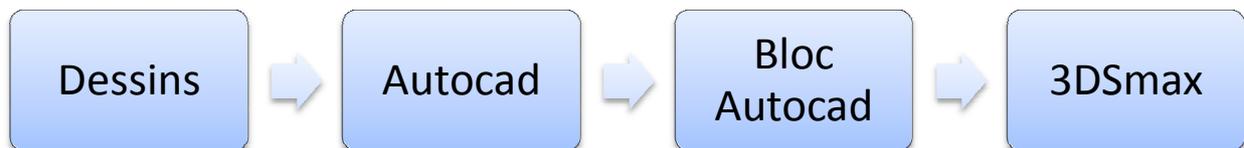
1. MODELISATION 3D DE L'ÉGLISE SAINT GENGOULT

Le programme PhotoModeler qui avait été utilisé sur les îlots pour extraire des segments (arrêtes de toitures, muret...) ne peut pas l'être pour la modélisation de l'église en raison de ses formes complexes.



Les étapes de modélisation d'îlot

En raison de cela, j'ai modélisé l'église Saint Gengoult de Toul avec le Programme Autocad et 3DSmax



Les étapes de modélisation de l'église

a. L'église Saint Gengoult de Toul

L'église Saint Gengoult de Toul est une église catholique de style gothique agrémentée d'un étonnant cloître de transition flamboyant-renaissance.

L'église est dédiée à saint Gengoult, ou Gangolf d'Avallon, saint du VIII^e siècle. L'église actuelle est reconstruite à partir du XIII^e siècle. La plus haute tour de la collégiale servit de beffroi jusqu'à la Révolution française. Une campagne de

restauration fut entreprise par Émile Boeswillwald et Paul Boeswillwald au XIX^e et début XX^e siècle.

(<http://fr.wikipedia.org/wiki>)



L'église Saint Gengoult de Toul : une vue générale



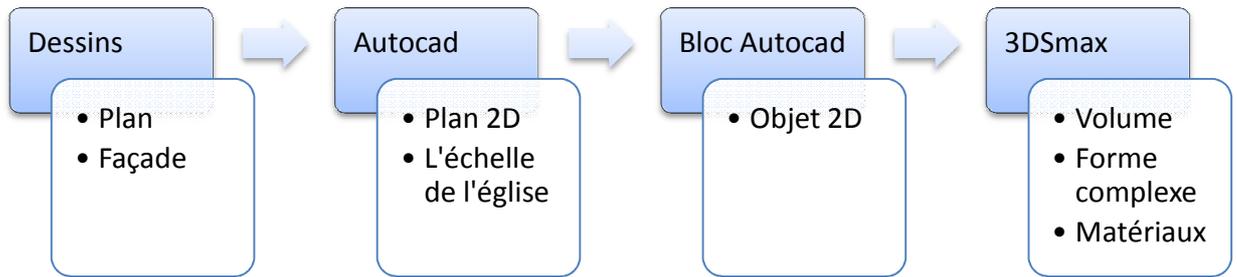
La maquette de l'église Saint Gengoult de Toul

b. Autocad et 3DS max

Autocad : La plupart des agences d'architecture travaille avec cet outil informatique. Adapté à la profession, il est actuellement le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde. J'ai utilisé ce programme pour faire le plan et la façade de l'église

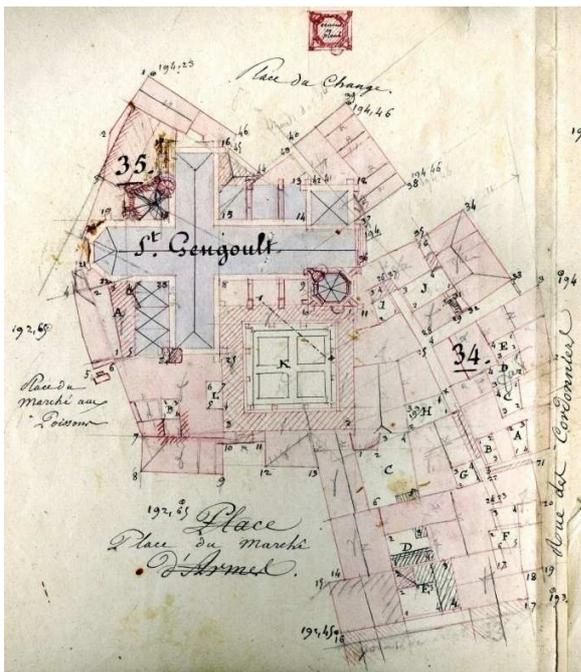
3DS Max : 3D Studio Max est un logiciel de modélisation et d'animation 3D, développé par la société Autodesk. Avec Maya, Softimage XSI, Lightwave, Houdini et Blender, il est l'un des logiciels de référence dans le domaine de l'infographie 3D. Après avoir fait le plan et la façade dans Autocad, j'ai modélisé le volume avec 3DS max.

c. Méthode

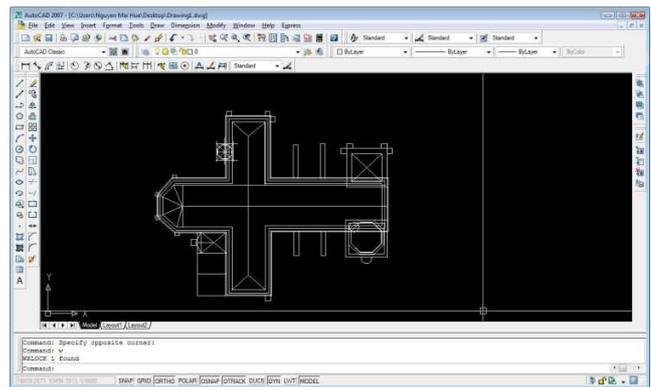


Pour modéliser l'église, on utilise des dessins des cahiers de développement et les photographies de la maquette.

D'abord, j'importe dans Autocad les dessins contenus dans les cahiers de développement: les façades, le plan d'église pour les dessiner avec Autocad

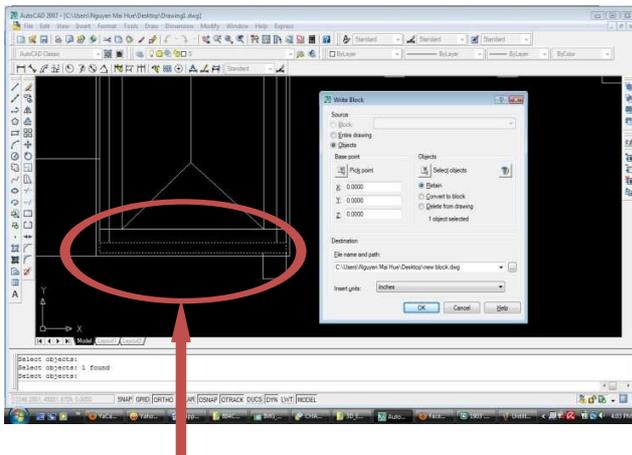


Le plan dans les cahiers de développement

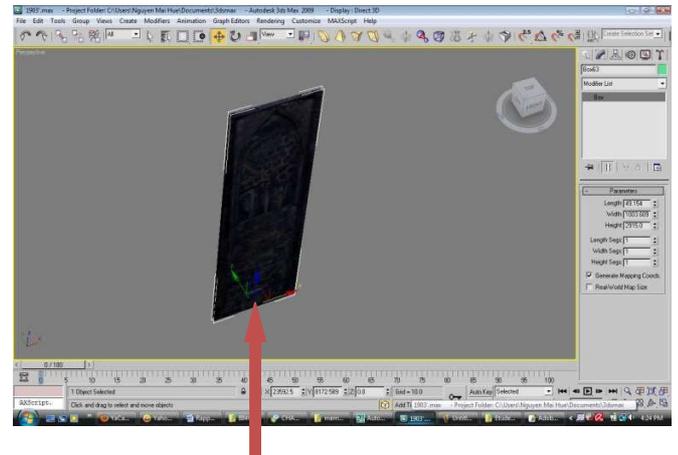


Le plan dans Autocad

Ensuite, j'exporte chaque fois un objet 2D sous forme de Bloc, l'objet doit être fermé pour l'extruder dans 3DS max. Et puis, je l'importe dans 3DSmax : chaque objet sera extrudé.



L'objet 2D dans Autocad

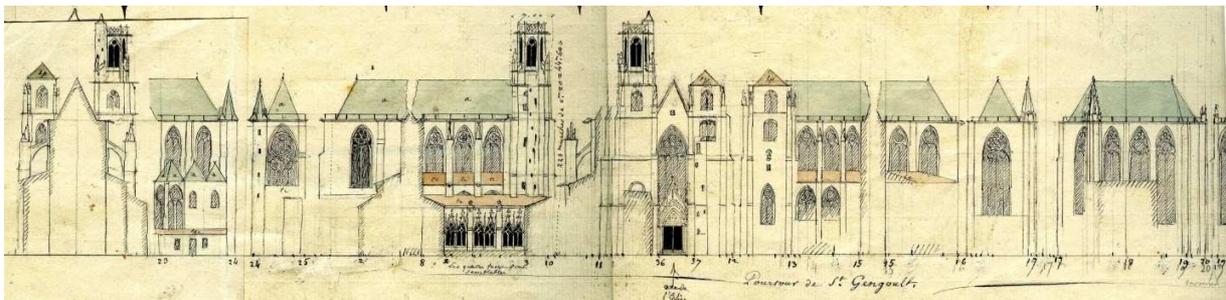


L'objet 3D dans 3DSmax

Remarque : Lors de l'export des objets en blocs, je ne change pas la position du plan afin que les objets qui ont importés chaque fois dans 3DSmax, soient automatiquement être dans un même plan.

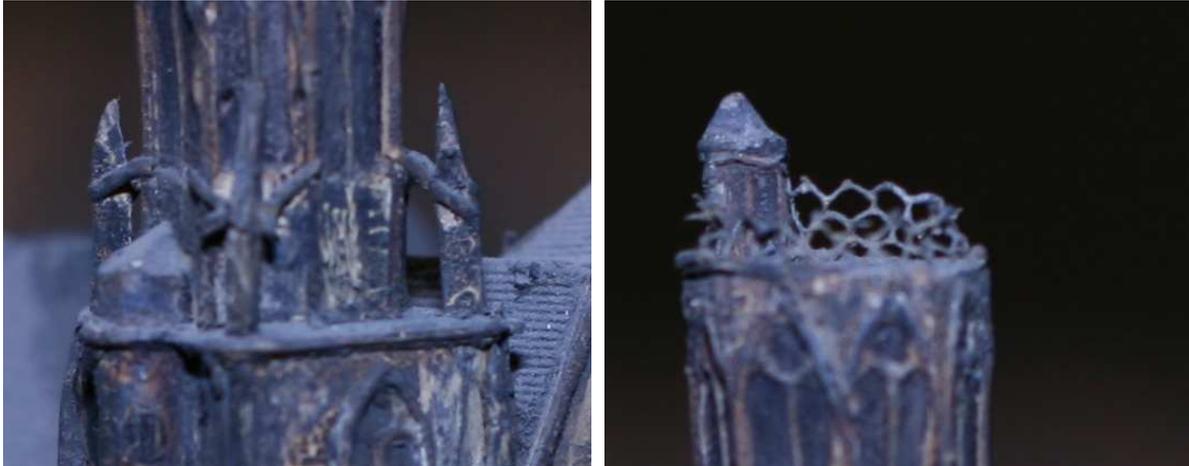
Avec la forme complexe (ex : la toiture, ...) je modélise directement dans 3DS max

Le respect de la maquette de l'église étant primordial, j'utilise les dessins des cahiers de développement pour avoir l'échelle de l'église mais quand il y a des détails différents entre les dessins et la maquette, je dois utiliser les photos de maquette.



La façade de l'église

Le problème que j'ai rencontré dans la modélisation est les détails abimés de la maquette



Les détails abimés

Ce travail concerne la récupération des images de l'église pour les appliquer aux faces du modèle 3D. Donc je n'ai modélisé que les formes principales de l'église, et puis j'ai récupéré les textures d'image de maquette pour les appliquer sur le modèle 3D.

La fenêtre qu'on ne le modélise pas

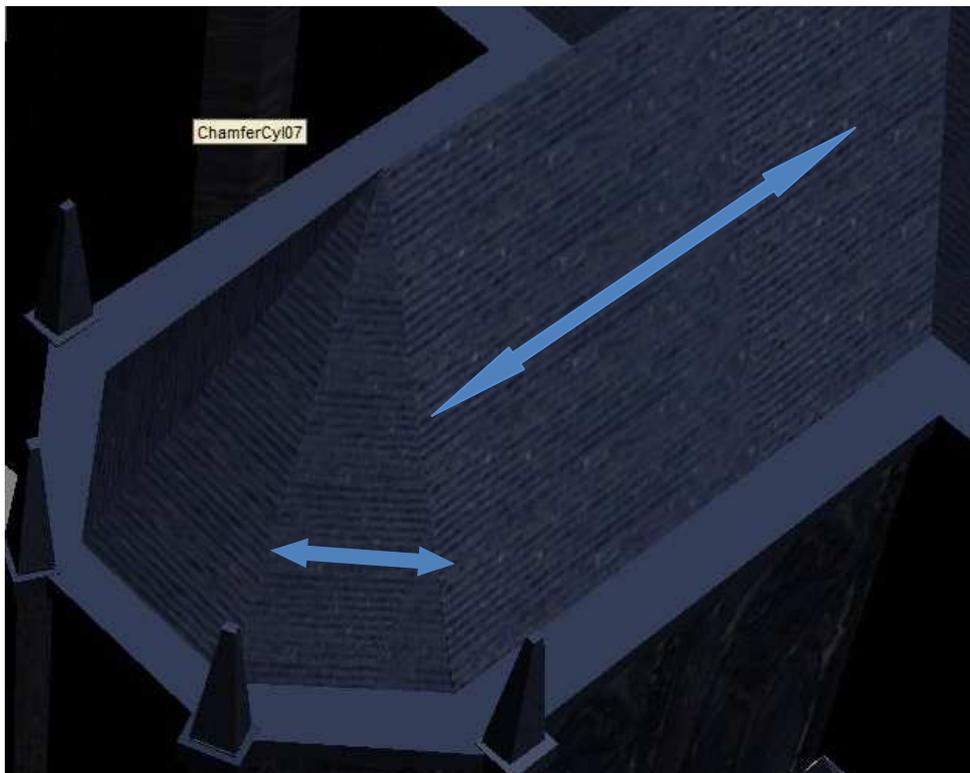




La maquette de l'église Saint Gengoult de Toul



Le modèle 3D de l'église dans 3DS max



L'application pour les différentes faces d'un toit

Avec les faces qui ont des orientations différentes, on doit utiliser pour chaque face un matériau qui est positionné perpendiculaire à cette face.

Conclusion : Ce travail a donc été une opportunité pour moi de pratiquer la modélisation 3D. À côté de cela, j'ai eu aussi des difficultés dans ce travail. L'application des matériaux n'est pas facile. Elle dépend des facettes et de leur orientation.

2. CLASSIFICATION DES BATIMENTS

Dans le but de simplifier la modélisation, il importe de connaître la typologie des différents bâtiments figurant sur la maquette.

a. Méthode :

Pour la classification des bâtiments, on utilise les plans des cahiers de développement. Au début, on



Une vue aérienne d'un ilot

a pris des photos de la maquette avec tous les points de vue. Après, on repère tous les types simples qu'on a dans la maquette.

J'analyse toutes les photos pour ainsi trouver le type de chaque toiture. Ensuite, je mets les couleurs pour les bâtiments sur les plans de cahier développement avec le programme Photoshop (*Photoshop est un logiciel de retouche, de traitement et de dessin assisté par ordinateur édité par Adobe. Il est principalement utilisé pour le traitement de photographies numériques, mais sert également à la création d'images*) <http://fr.wikipedia.org/wiki/>

Et puis, je mets les marques pour les toitures. Un bâtiment peut comprendre plusieurs types de toiture ou une partie d'un type de toiture.

| | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------|
| | | tourelle | | en L |
| | | base ploygonale | | en T |
| | | appentis | | en U |
| | | deux pans | | en «O» |
| | | quatre pans | | Complexe |
| | | deux pans et croupe(s) | | troué |
| | | deux pans et demi-croupe(s) | | |
| | | deux pans et lignes de bris (ex. Mansart) | | quatre pans et lignes de bris |
| | | deux pans et demi-croupe(s) et lignes de bris/avancé normande | | |
| | | deux pans et croupe(s) et lignes de bris | | |
| | | deux pans et appentis | | |

Les typologies de toitures



Le type de toiture du bâtiment est la moitié du type « deux pans et croupe » Un bâtiment qui a plusieurs types de toitures

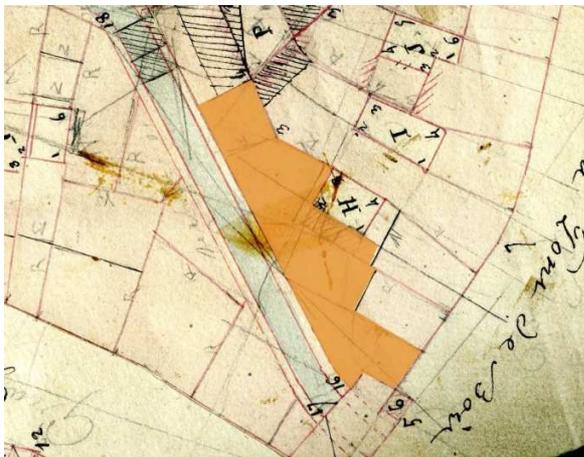


Classification des toitures d'un ilot

Au cours de ce travail de classification, on a rencontré des toitures assez complexes, qu'on avait mises de côté dans le plan de classification.

b. Conclusion

Ce travail m'a donné beaucoup d'expérience de création d'images, j'ai acquis beaucoup des connaissances pour les types de toiture. Mais j'ai aussi rencontré des difficultés dans ce travail, notamment les décalages entre les plans et la maquette.



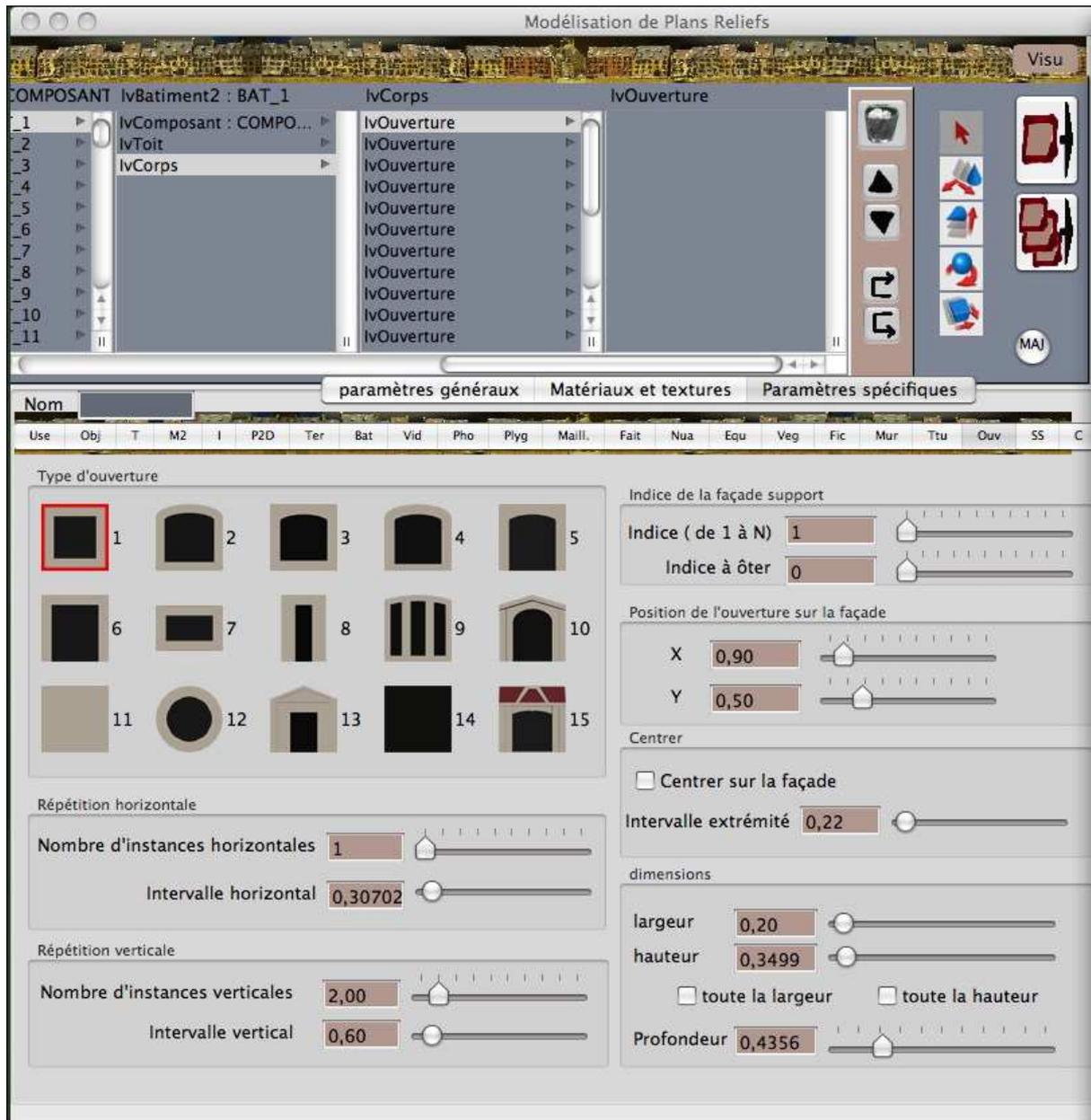
Un décalage des bâtiments entre plan et maquette

3. RECONSTRUCTION EN 3D DES OUVERTURES ET DES CHEMINEES

a. Le programme PlanRelief

Le laboratoire a développé le programme PlanRelief qui permet une modélisation rapide et des ajustements précis. C'est un logiciel d'aide à la modélisation 3D de monuments historiques et de sites archéologiques à l'aide d'éléments architecturaux paramétrés. Cet outil est une grande aide pour les architectes, les dessinateurs, ...

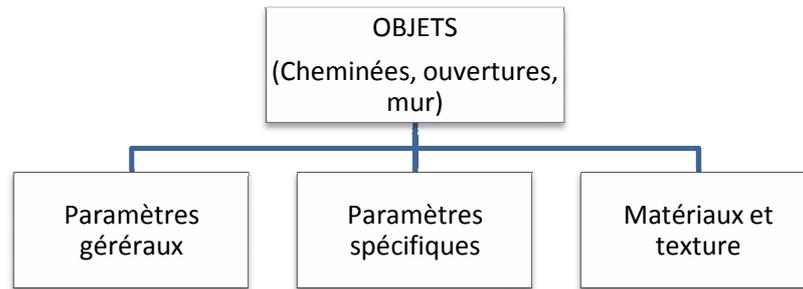
Les éléments architecturaux (ouvertures, linteau, cheminées etc.) sont tout d'abord étudiés pour différents styles architecturaux et mis par la suite dans la bibliothèque.



Le tableau des paramètres spécifiques d'ouverture du programme Plan Relief

Avec ce programme, on peut modifier des arêtes, des point et ajouter des ouvertures et des cheminées. On peut choisir un style d'ouverture dans la bibliothèque. Les paramètres peuvent être modifiés pour adapter la forme de la maquette.

Paramètres spécifiques d'objet : largeur, hauteur, profondeur...



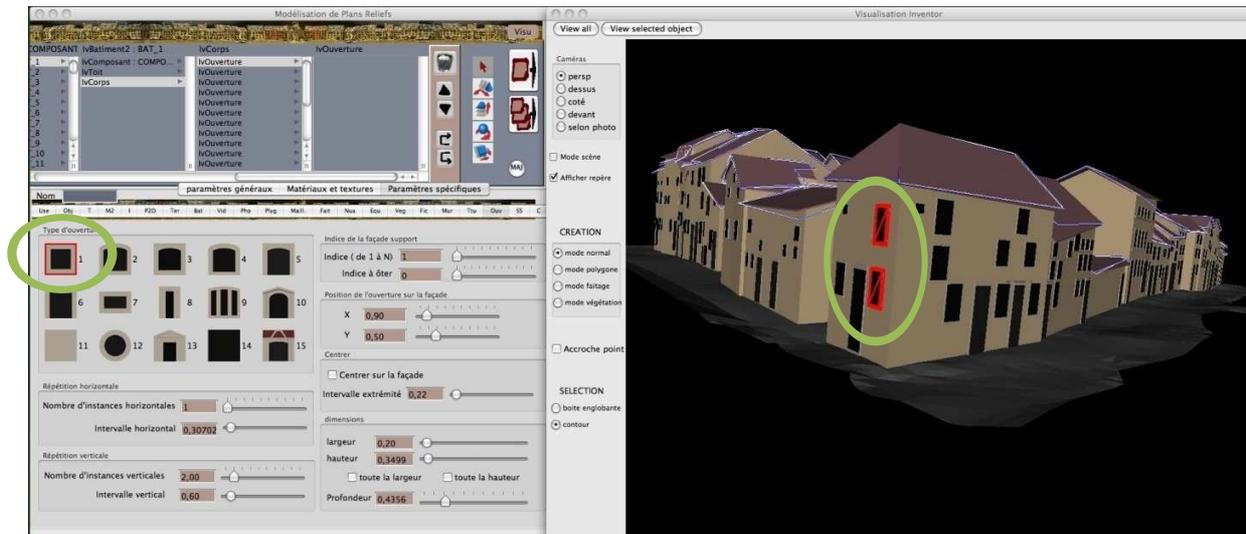
Les paramètres d'objet dans le logiciel Plan Relief

b. Méthode

Pour réaliser ce travail, on a les images de maquette et les dessins dans les cahiers de développement.

Au début j'ai ajouté les ouvertures des bâtiments et choisi le type d'ouverture sur la façade. Et puis, pour rester fidèle à l'échelle des images, j'ai modifié les paramètres : largeur, hauteur, nombre d'objet... On peut aussi changer les nombres d'instances horizontales et verticales. Après, je positionne les ouvertures sur la façade comme dans l'image.

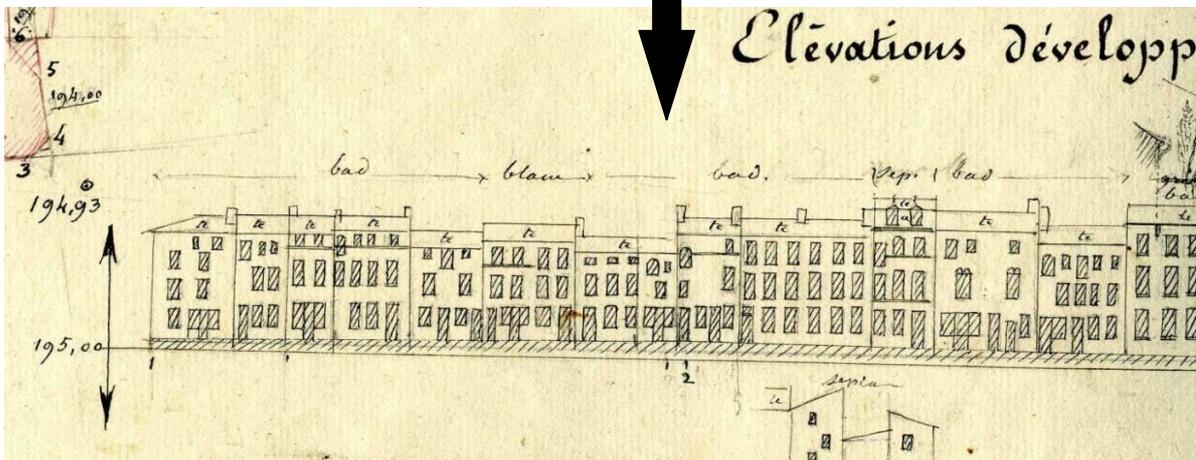
Je note les valeurs d'ouvertures que j'utilise pour ensuite les généraliser aux autres ouvertures. Ex : La hauteur suivante des portes de la maison sera 0.5 (soit 3m).



Ex : Modification des fenêtres d'un ilot

Je peux aussi modifier les composants de bâtiment (les arêtes,...) si je trouve des différences entre le modèle 3D et l'image de maquette d'ilot.

La demande de ce travail désigne respectivement la maquette, encore que les échelles d'ouvertures de dessins de cahier développement soit exacte. Néanmoins, parfois on ne peut pas savoir exactement la situation des ouvertures à cause des ouvertures abimées et des vues plongeantes de prise de vue. Dans ce cas, on doit voir les dessins dans les cahiers de développement pour trouver les formes et les échelles de fenêtres.

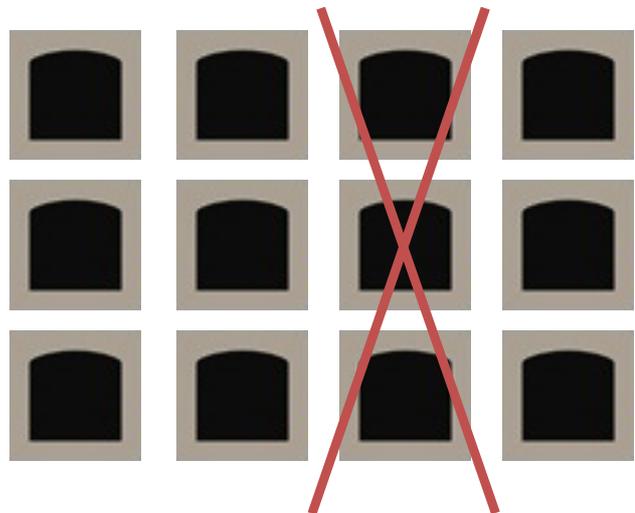


On utilise le dessin du cahier de développement à cause de la vue plongeante



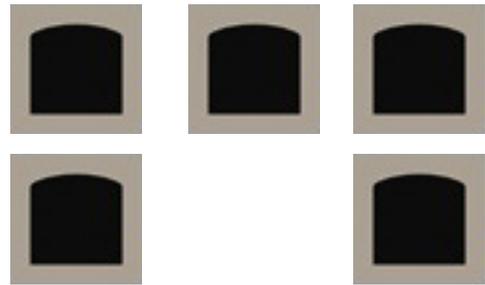
Des fenêtres abimées

On peut changer le nombre d'instances horizontales et le nombre d'instances verticales. Et on peut choisir le numéro de la colonne d'objet à ôter.



La colonne d'ouverture à ôter

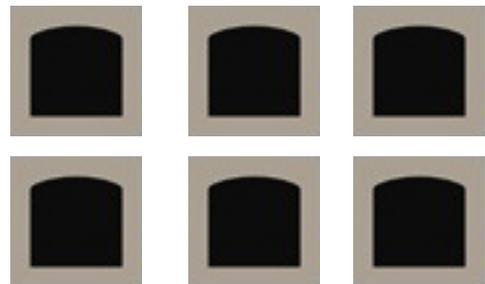
Mais dans un groupe d'ouverture identique, s'il n'y a qu'une ouverture qui n'existe pas seulement dans une colonne, on ne peut pas le choisir précisément pour la déduire. Dans ce cas, je dois faire d'autre objet pour supprimer que cette ouverture.



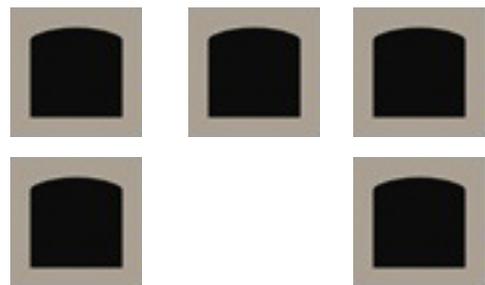
Une ouverture ôtée dans une colonne



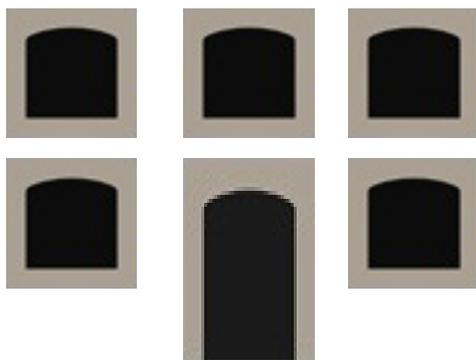
1- Ajouter première ligne



2- Ajouter deuxième ligne

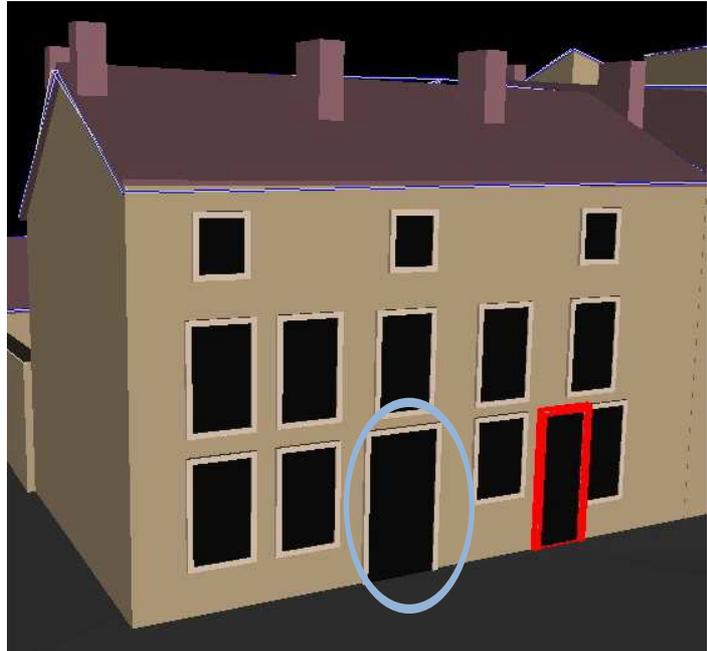


3- Effacer l'ouverture



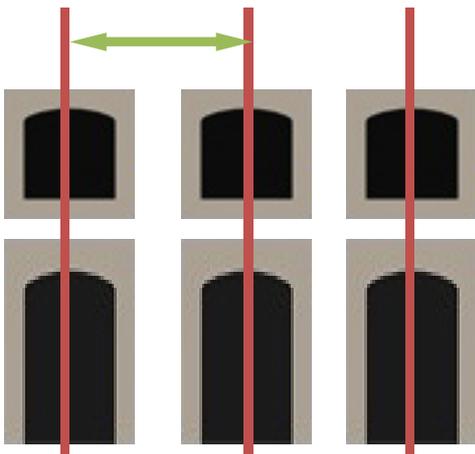
4- Ajouter l'autre ouverture

Les étapes de modélisation un groupe d'ouverture identique qui a une ouverture ôtée

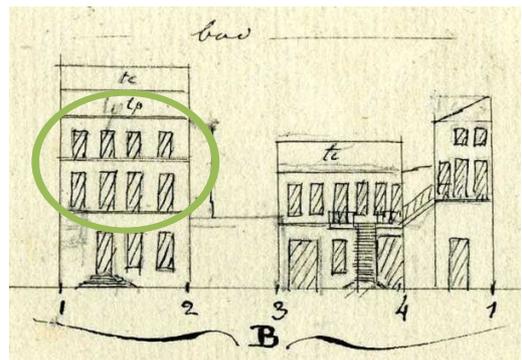


Ex: Positionne d'une fenêtre ôtée

Dans une façade, s'il y a deux lignes de fenêtres qui ont la même distance entre les ouvertures. On peut dupliquer ce qui a été créé avant pour faire une deuxième ligne avec des fenêtres avec le même entraxe mais avec des dimensions différentes.

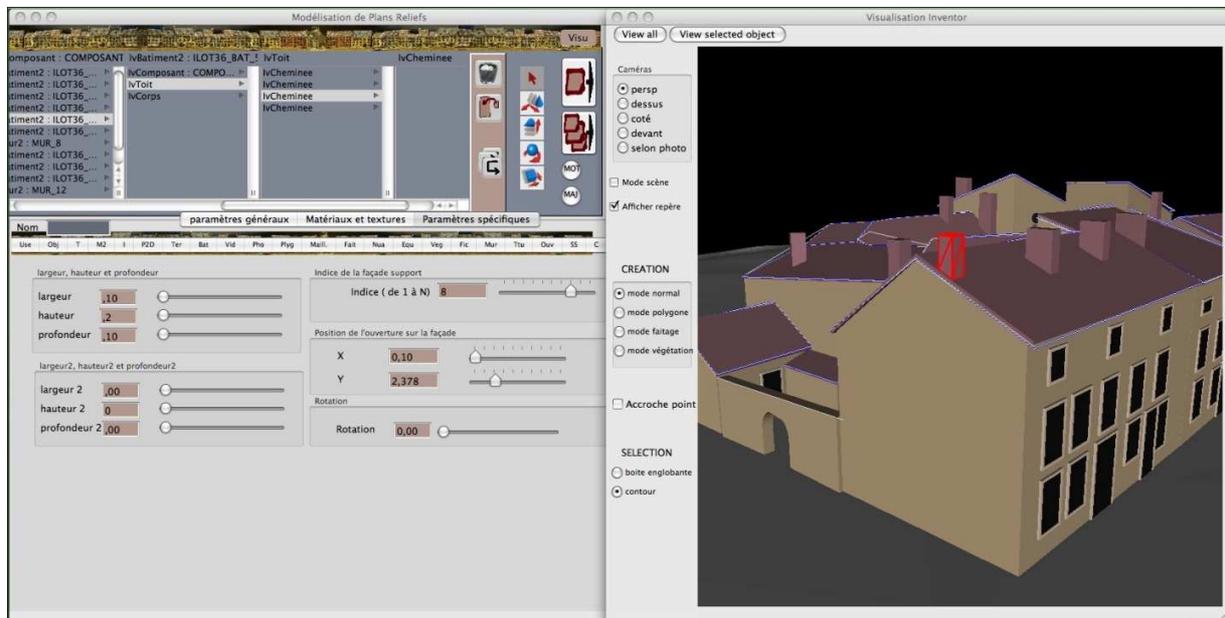


Deux lignes de fenêtres qui ont le même entraxe



Deux lignes de fenêtres qui ont le même entraxe

Avec les cheminées, on fait comme les fenêtres et on peut changer les rotations des cheminées (Paramètres d'objet : largeur, hauteur, profondeur, rotation...)



La modification de la cheminée d'un ilot

Conclusion : Mon attente de ce travail est de pouvoir participer et utiliser le nouveau programme de reconstruction. J'ai eu des problèmes dans ce travail à cause des petites ruelles et des petits patios avec les vues plongeants qu'on n'a pas leurs dessins dans les cahiers de développement.

4. APPLICATION DES TEXTURES POUR LES MAQUETTES

Après la modélisation des bâtiments et le placement des ouvertures, cheminées... On applique des textures sur le modèle 3D

a. Programme utilisé : Maya

Maya est un logiciel qui permet d'appliquer facilement les textures. On peut changer directement les paramètres de texture sur les faces des objets 3D: les échelles horizontales ou les échelles verticales, les orientations,...

A chacun de nos composants architecturaux, correspond un objet Maya; à chaque paramètre, correspond un attribut Maya modifiable dans l'interface.

En outre, Maya permet l'utilisation de toutes les fonctionnalités du modelleur pour l'adjonction d'éléments particuliers non prévus. En d'autres termes, lorsque l'objet paramétrique ne permet pas à l'utilisateur d'élaborer le volume requis, il est possible d'avoir recours aux fonctionnalités du logiciel pour modifier le volume ou en peaufiner les détails.

(Elaboration de nouvelles configurations à partir de cas existants du patrimoine bâti

<http://www.crai.archi.fr/>)

b. Méthode

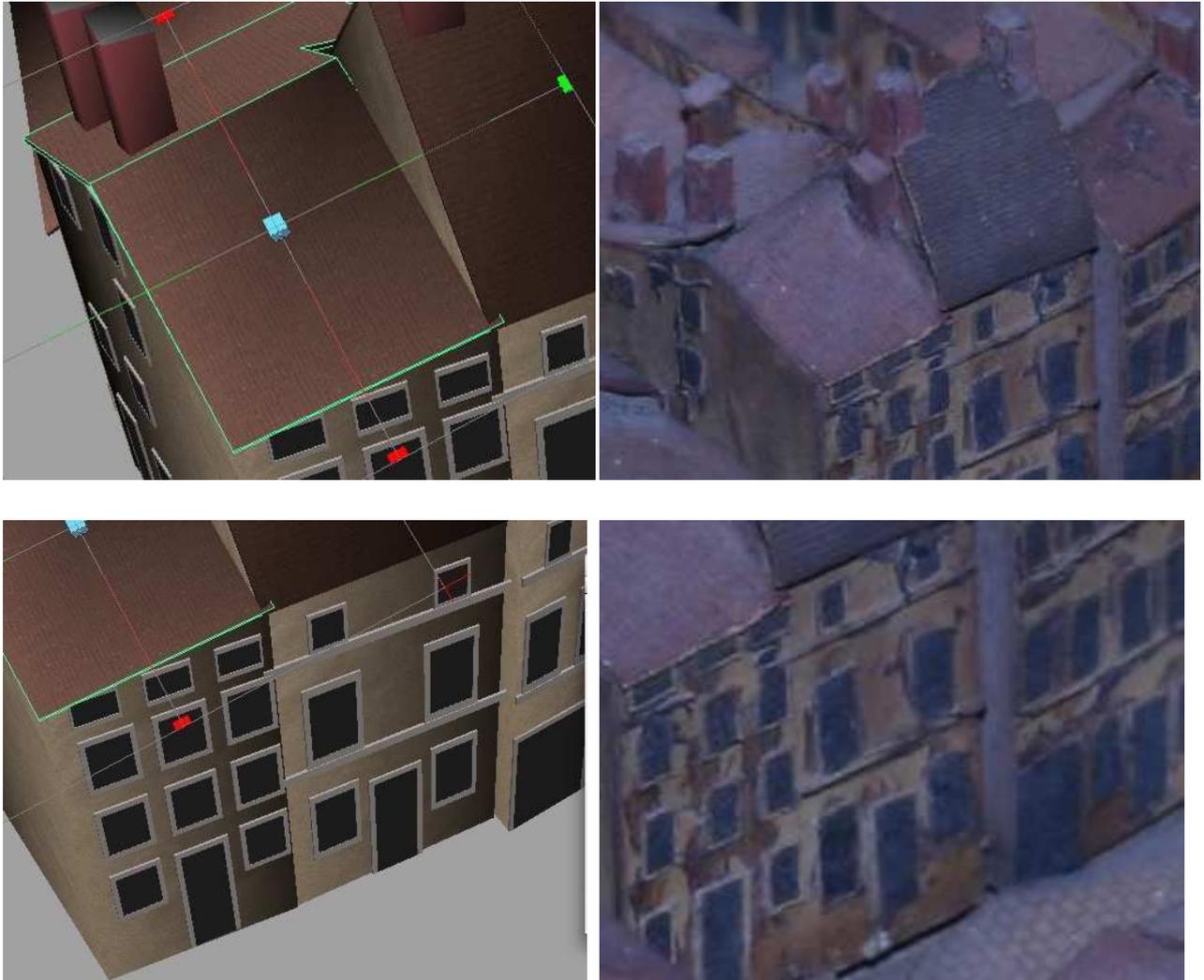
Application des textures pour les toitures, les murs et les cheminées des ilots

Les matériaux des toitures, des murs et des cheminées sont étudiés à partir de la maquette et sont mis dans la bibliothèque.



Le tableau des matériaux

Pour appliquer les textures pour la maquette 3D, je dois choisir chaque face des toits car le matériau doit être projeté perpendiculairement à la face. Puis, à partir des photos je positionne l'orientation et l'échelle de la texture.



L'application des matériaux d'ilot

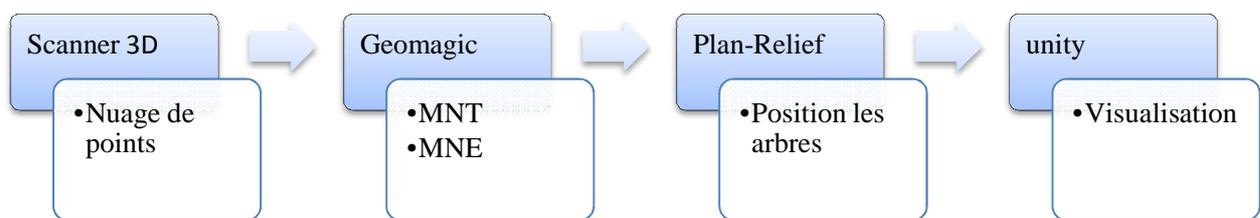
c. Conclusion

Ce travail m'a donné une expérience dans l'application de texture avec le programme Maya. Je peux approfondir mes expériences professionnelles avec ce travail.

5. LA VEGETATION (avec le logiciel PLAN-RELIEF)

Modélisation de la végétation présente sur la maquette

Pour modéliser les arbres présents sur la maquette on utilise au début le scanner laser Handy Scan pour le relevé d'informations tridimensionnelles du terrain. Puis, avec le programme Geomagic, on élabore le modèle numérique de terrain (MNT) et le modèle numérique d'élévation (MNE). Ensuite, on groupe les arbres avec le programme Plan-Relief pour qu'on les visualise en 3D dans le programme Unity.



Les étapes de modélisation des arbres

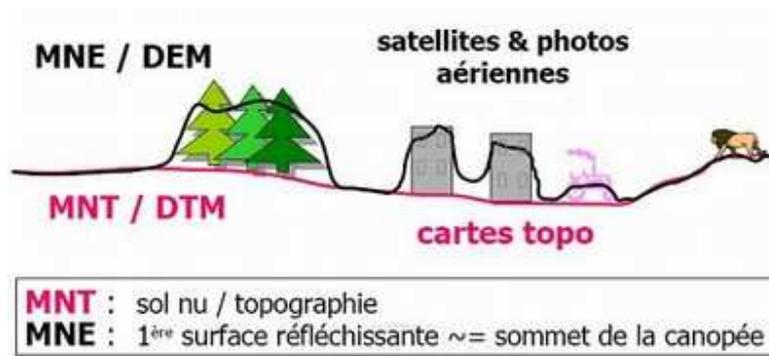
Scanner laser : Un scanner laser 3D est un appareil de numérisation et d'acquisition 3D. *Un scanner laser 3D mesure généralement le positionnement d'un échantillonnage de points dans un système de coordonnées - un nuage de points - de la surface d'un sujet pour ensuite en extrapoler la forme à partir de leur répartition. Si la couleur de chacun des points est analysée, alors celle de la surface peut également être reconstituée.*

(<http://fr.wikipedia.org/wiki/>)

MNT (DTM) : *un Modèle Numérique de Terrain (Digital Terrain Model) se rapporte à l'élévation du terrain lui-même. Le MNT ne prend pas en compte la hauteur des bâtiments ni celles des arbres.*

MNE (DEM) : un Modèle Numérique d'Élévation (Digital Elevation Model) prend en compte le relief, mais aussi ce que on appelle la "canopée" (sommets des arbres) ou encore le sursol (élévation des bâtiments). Par défaut les images aériennes ou satellites débouchent par photo interprétation sur la production d'un MNE. Il faut des traitements plus poussés pour en extraire un MNT.

(<http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/geomatique>)



a. Le logiciel PlanRelief

Le programme PlanRelief n'est pas seulement un logiciel pour reconstruire des ouvertures et des cheminées. C'est également un logiciel qui permet de planter des arbres. La tâche de logiciel Plan Relief dans la modélisation des arbres est classification des arbres pour par la suite appliquer des textures dans Unity

Unity : C'est un logiciel qui ne permet pas la modélisation mais permet de créer des scènes supportant des éclairages, des terrains, des textures.



La maquette d'arbres

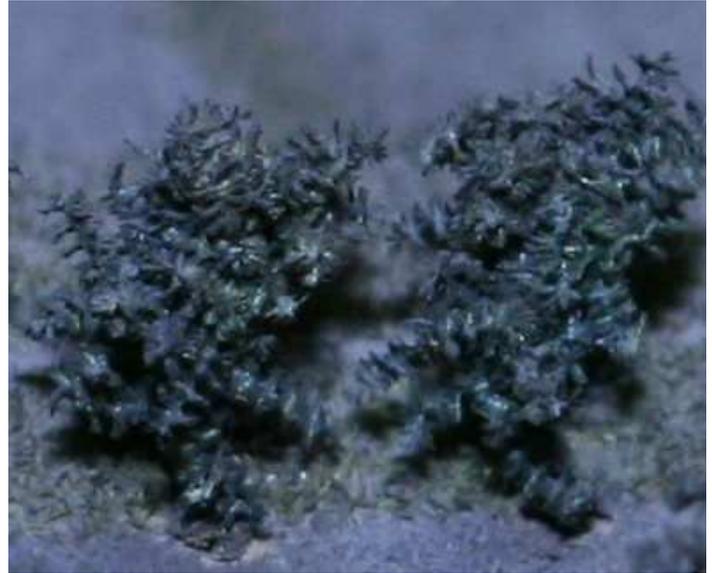


Le modèle 3D dans le programme Plan Relief



Une scène crée avec le logiciel Unity

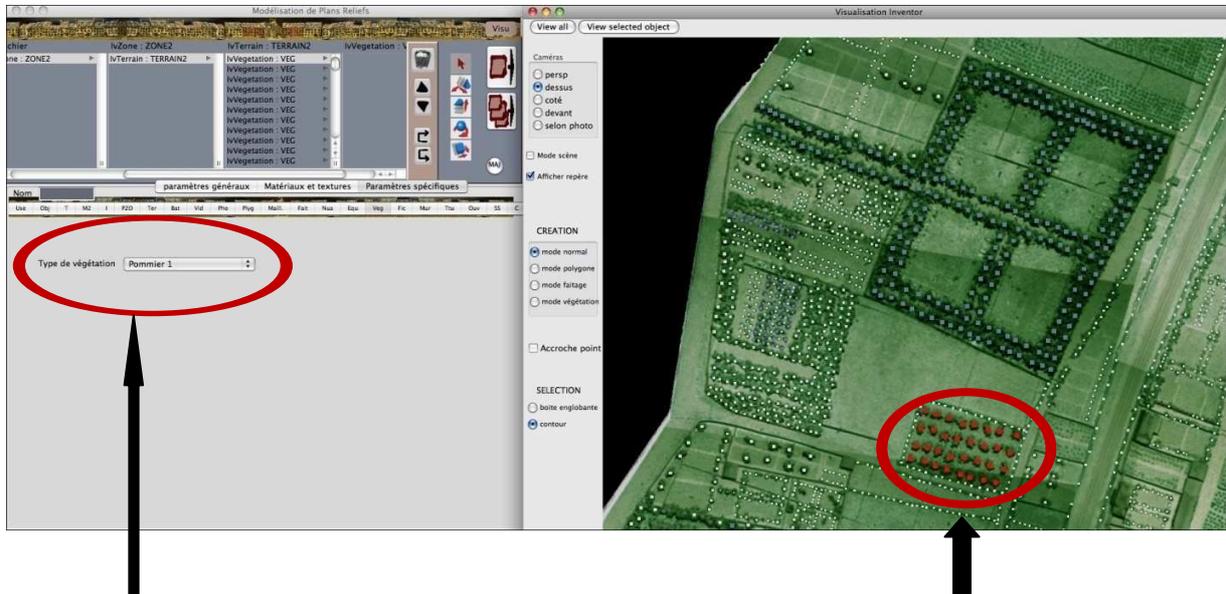
Les types d'arbres (sapin, pommier, petit buisson haie, etc.) sont tous étudiés pour différents styles d'arbres. Les paramètres peuvent être modifiés pour adapter la forme d'arbres (Paramètre d'éléments : Couleur, largeur,...)

*Pommier**Arbre tronc court**Sapin**Petit buisson vert**Des types d'arbres*

b. Méthode

Au début, je dois analyser les photos pour identifier les types d'arbre de chaque région. Après, je sélectionne les arbres qui sont du même type dans une partie de la maquette et je crée un groupe. Tous ces arbres constituent un groupe dans ce programme, et on ne

peut pas ajouter d'autres d'arbres à ce groupe ainsi qu'on ne peut pas supprimer un arbre dans ce groupe.



Type d'arbres

Un groupe dans le programme Plan Relief

Conclusion : Avec ce travail, je peux pratiquer le nouveau programme de reconstruction. J'ai acquis des connaissances pour l'étape de reconstruction de paysage. Pour la réalisation de ce travail, la difficulté a été pour moi la grande ressemblance, similitude entre les différents types d'arbres.



La photo rassemble des pommiers et des arbres tronc court

V. CONCLUSION

Au cours de ce stage, j'ai eu l'opportunité d'appréhender le travail de restitution automatique de modèles 3D. Au-delà d'enrichir mes connaissances en architecture, ce stage m'a permis de comprendre mieux le métier sous la forme européenne, qui va me donner une bonne direction pour mon futur parcours professionnel.

Durant ces cinq mois de stage, j'ai pu rentrer en contact, participer et travailler aux travaux du laboratoire. Au début, ce ne fut pas facile pour moi car il y avait des connaissances, des informations que je n'ai pas encore apprises en cours. Le travail de l'architecture historique est nouveau pour moi même quand j'ai eu des cours théoriques dans cette discipline. Mais avec les aides du maître de stage, j'ai mieux compris le métier. Christine Chevrier, mon maître de stage m'a montré toutes les étapes, elle m'a expliqué les informations dont j'avais besoin, elle m'a donné des précieux conseils, en me laissant réaliser mon travail seule. Et finalement j'ai réussi à le finir par moi même. C'est le résultat des connaissances que j'ai acquises au laboratoire qui m'a permis de réaliser cette expérience.

BIBLIOGRAPHIE

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/>
- « Modèle Numérique de Terrain / d'Elévation »
(<http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/geomatique>)
- CHRISTINE CHEVRIER « Elaboration de nouvelles configurations à partir de cas existants du patrimoine bâti » <http://www.crai.archi.fr/>
- Mémoires et thèse 2009 – Laboratoire MAP-CRAI
<http://www.crai.archi.fr/>

