



Développement du processus de modélisation 3D de maquettes numériques à partir de nuages de points

■ Thibault BAVOUX

Le BIM a d'abord été introduit pour la conception de nouveaux ouvrages. Toutefois en milieu urbain, on assiste désormais à un besoin dans la modélisation de bâtiments existants, pour des projets de réhabilitation ou de gestion patrimoniale. Dans ce domaine, les technologies de relevé lasergrammétrique semblent les plus appropriées, pour capturer les informations nécessaires à la réalisation de tels modèles. Seulement, aujourd'hui, la création d'une maquette numérique à partir d'un nuage de points reste un processus manuel fastidieux et relativement chronophage.

Cet article présente donc l'ensemble des travaux qui ont été menés au sein de la société Futurmap, dans le but d'optimiser et de standardiser ce processus de production. La présente étude a également contribué à la mise en place d'un service innovant de modélisation 3D de bâtiments, qui permet de répondre aux besoins grandissants des professionnels du secteur.

Contexte et objectifs

Avec l'avènement des nouvelles technologies de mesure 3D, telles que les systèmes Lidar aéroportés, les scanners-lasers ou encore les systèmes de *Mobile Mapping*, il est de plus en plus facile d'acquérir de la donnée en grande quantité et ce, de manière précise et rapide. En revanche, pour ce qui est de la phase de traitement, la tâche se révèle être plus fastidieuse et de plus en plus de clients font alors appel à des entreprises spécialisées pour optimiser cette opération longue et complexe. Devant ce constat, la société Futurmap a donc fait du traitement de nuages de points et plus généralement de la cartographie et du traitement de données géospatiales, son cœur de métier.

Aujourd'hui, en ce qui concerne son activité liée au bâtiment, la société s'est majoritairement développée dans la

■ MOTS-CLÉS

Maquette numérique, nuage de points, modélisation BIM "tel-que-construit", traitement automatique

avec le déploiement progressif du BIM, elle souhaite désormais pouvoir offrir un service innovant de modélisation 3D de bâtiments, adapté aux besoins des géomètres/topographes et architectes. Ainsi, depuis janvier 2015, Futurmap travaille sur de la modélisation en trois dimensions et la création de maquettes numériques orientées BIM. Forte des premiers projets réalisés et d'une demande client croissante, la société aspire désormais à développer concrètement ce service, en s'appuyant sur la création de modèles BIM "tel-que-construit". Aussi, dans un contexte de transition numérique générateur de compétitivité et d'économies, elle souhaite pouvoir développer un processus complet de standardisation et d'automatisation, pour répondre rapidement aux besoins grandissants des professionnels du bâtiment. C'est donc dans cette optique que s'ins-

production de plans (intérieurs, coupes, façades), sur la base des données scanner-laser fournies par ses clients. Or,

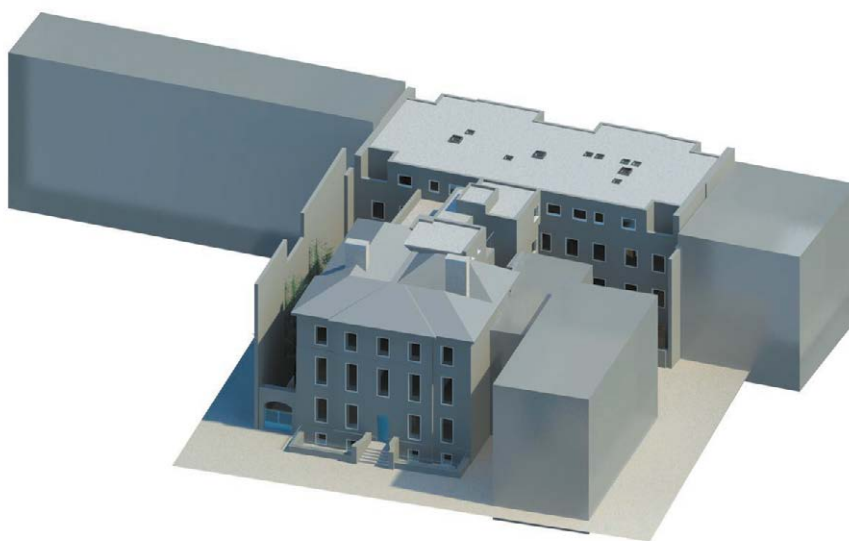


Figure 1. Aperçu de la première maquette réalisée sous Revit

crit ce Projet de Fin d'Etude (PFE). Ainsi, l'objectif de ce travail a été de conforter et consolider cette activité, en améliorant le processus initial de création de maquettes numériques sous Revit et en automatisant les grandes étapes nécessaires à la réalisation de tels modèles.

Mise en place d'un processus manuel de modélisation

Réalisation d'un premier modèle

Sur la base des premiers modèles initialement effectués par Futurmap et des premières méthodologies mises en place au sein de la société, un projet pilote a été réalisé, afin de pouvoir acquérir rapidement une maîtrise et une connaissance du logiciel Revit. Ce travail a été effectué sur un bâtiment tertiaire d'environ 2 800 m², comprenant une partie historique et une partie contemporaine, s'élevant sur deux fois quatre niveaux différents (Cf. Figure 1). Pour cela, l'ouvrage étudié a préalablement fait l'objet, auprès d'une société partenaire, d'un relevé intérieur et extérieur, au scanner-laser terrestre.

Au fur et à mesure des retours d'expérience, il s'est avéré que cet exemple un peu particulier, était plutôt très intéressant et relativement pertinent pour une première modélisation, car il a permis de faire ressortir certaines problématiques complexes, qui ne s'appliquent pas forcément pour des projets de rétroconception relativement simples.

Rédaction du processus et développement d'outils spécifiques

À la suite de cette modélisation, une première procédure manuelle de création de maquettes numériques a pu être définie. Ce processus de production a ensuite été repris, puis amélioré au fur et à mesure des projets réalisés, pour finalement aboutir au résultat tel que présenté sur la Figure 2 ci-dessous. Les différents retours clients ont également permis de réviser et d'affiner certains points, notamment sur la partie conception de la maquette.

Si l'on s'en tient à ce processus, on peut donc dégager cinq phases principales, communes à chaque projet de création de maquettes numériques, à savoir la demande client, la préparation des données, la modélisation, le contrôle qualité et les corrections client.

Afin de pérenniser notre travail et d'optimiser le traitement, un certain nombre d'outils marketing et pédagogiques ont été mis en place, afin d'accompagner la société dans le développement de son activité, tels que :

- Un formulaire de demande de devis en ligne, qui permet de cibler clairement le besoin et la demande client.
- Un cahier des charges détaillé, sous forme de tableau, qui reprend pour chaque composant de la maquette, le niveau de détails que l'on peut espérer pouvoir atteindre. Ce document est accompagné d'un référentiel de modélisation destiné à illustrer la définition de chaque LOD (*Level of*

Details), afin d'aider le client dans la retranscription de son besoin.

- Des fichiers gabarits et familles d'objets Revit qui répondent aux exigences des modèles BIM "tel-que-construit". Ces familles d'objets spécifiques (portes, fenêtres) sont modifiables selon plusieurs critères (forme, dimension, position). Elles permettent ainsi d'accompagner parfaitement le dessinateur, pour répondre à 90% des cas rencontrés lors d'une modélisation.
- Un rapport de contrôle qualité rédigé pour rendre compte au client, de la cohérence et de la précision du modèle réalisé, tout en illustrant les difficultés et problèmes rencontrés lors de la modélisation. Ce document apporte une plus-value indéniable au travail effectué par Futurmap, qui va au-delà du simple rendu géométrique qu'est la maquette numérique car il témoigne de l'aptitude du géomètre à faire valoir ses compétences dans ce processus BIM.
- Des fiches techniques sur l'élaboration d'une maquette Revit et sur la phase de préparation des données.

Conformément aux objectifs fixés initialement par ce PFE, le but de ce travail a été de simplifier et de standardiser la chaîne de production, tout en gardant à l'esprit que les documents et supports créés tout au long de cette étude, seraient réutilisés ultérieurement par le personnel en charge du BIM chez Futurmap. En outre, les différents travaux menés ont permis de mettre en exergue le besoin d'encadrer la demande client. En effet, le BIM et la maquette numérique étant des concepts "nouveaux", il est apparu comme nécessaire de pouvoir conseiller et accompagner ce dernier dans cette phase de transition numérique.

Avant de s'attacher à la partie automatisée de cette étude, il convient de noter qu'une procédure automatisée ne passe pas nécessairement par une méthode numérique. Elle se matérialise également sous la forme d'un processus clairement défini, qui comprend une segmentation des tâches. Ce processus s'accompagne d'une volonté d'atteindre une excellence opérationnelle, qui se traduit par la mise en place d'un système de management qualité

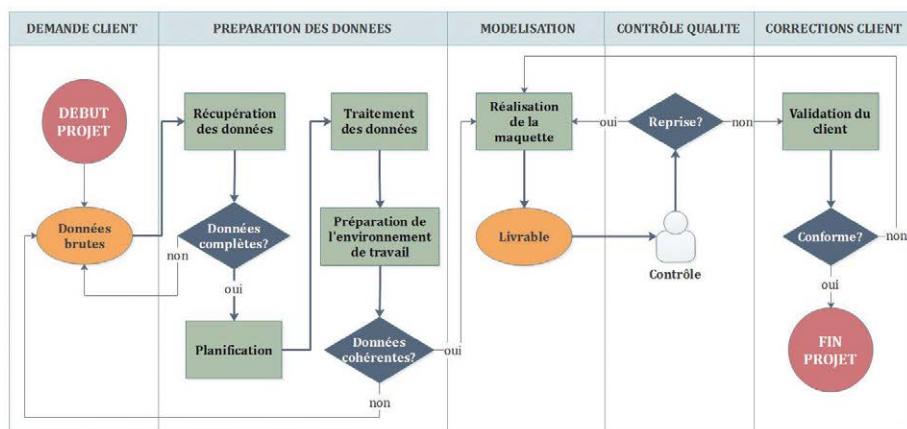


Figure 2. Workflow général de production de maquettes numériques mis en place au sein de la société Futurmap

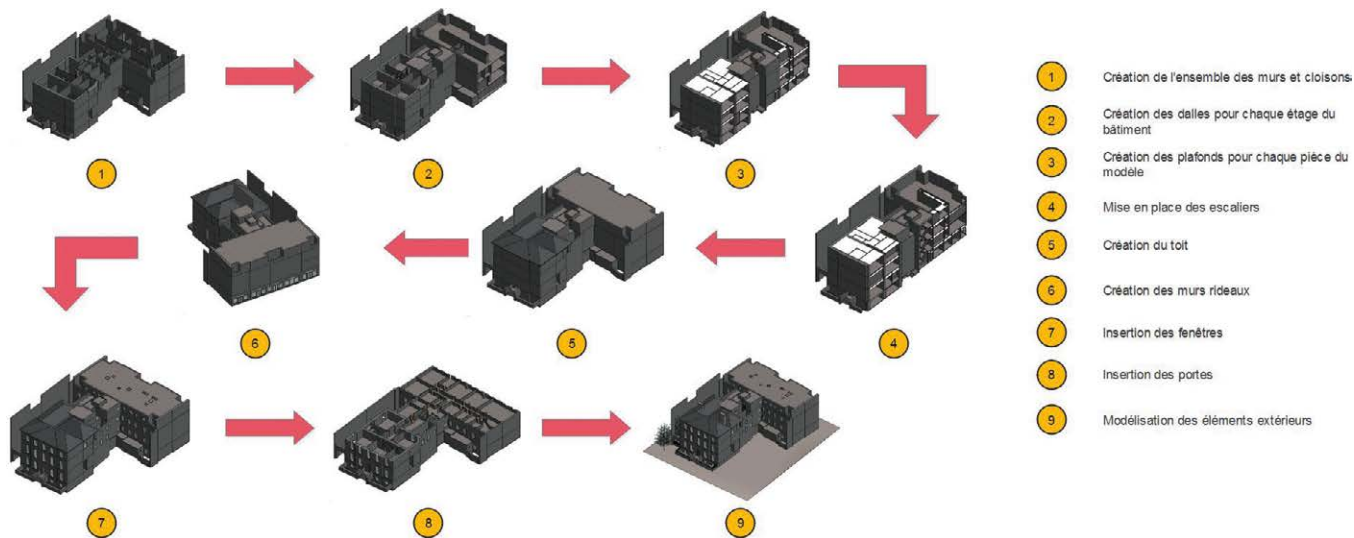


Figure 3. Segmentation des tâches - Processus général de modélisation

autour de cette industrialisation. Au fur et à mesure des projets réalisés, plusieurs règles de modélisation ont donc pu être dégagées et intégrées, contribuant ainsi à l'amélioration des livrables fournis par la société. En effet, il faut savoir que pour des raisons de facilité, de productivité et par habitude, l'utilisateur peut être tenté de modéliser l'ouvrage comme bon lui semble. Par conséquent, le dessin et surtout l'information renvoyée par la maquette se retrouvent fatalement faussés par ces erreurs de modélisation. Ainsi, si l'on souhaite aboutir à un modèle final cohérent, plusieurs conventions nécessitent d'être fixées et respectées, afin d'éviter certains pièges relatifs à la création de modèles BIM "tel-que-construit". Cette philosophie de construction est mise en avant sur la *Figure 3* ci-dessus.

Étude d'automatisation du processus

■ Les solutions de traitement semi-automatiques

Malgré des outils destinés à la manipulation et à l'exploitation de nuages de points, le logiciel Revit, dans sa forme originale, n'est pas tout à fait adapté pour des projets de rétroconception. Au fil de l'avancement de la maquette, l'utilisateur se retrouve donc contraint de contourner les procédés classiques mis à sa disposition, pour répondre au mieux aux exigences imposées. Dans le cadre de cette étude, l'utilisation d'un

plug-in ou d'une application connexe s'est donc révélée nécessaire pour gérer plus efficacement ce type de données. Dans cette optique, trois logiciels de traitement semi-automatique, spécifiques à la gestion de nuages de points ont donc été testés, à savoir : l'appli Scan To BIM d'IMAGINiT et le programme PointSense for Revit de Kubit, couplé à l'application externe VirtuSurv.

Si les résultats fournis par le premier ont été plutôt décevants, les possibilités offertes par le logiciel PointSense, se sont révélées au contraire, très intéressantes. En effet, ce plug-in permet d'accroître considérablement les capacités initiales du logiciel Revit, par le développement d'outils puissants, spécifiques au traitement et à la gestion de nuages de points. Grâce à PointSense, il est désormais possible de :

- Créer des murs rapidement et précisément directement dans le nuage de points.
- Réaliser automatiquement la jonction et l'alignement de ces murs, suivant des critères de parallélisme et de perpendicularité.
- Créer un Modèle Numérique de Terrain (MNT) précis, à partir des coordonnées 3D extraites du nuage de points.
- Positionner des éléments d'ouvertures et architecturaux tels que des portes, fenêtres, poutres ou encore poteaux, directement dans le nuage de points, grâce aux outils intégrés du logiciel VirtuSurv.

- Analyser la cohérence et la précision du modèle final réalisé dans Revit.

Pour cela, deux techniques de modélisation différentes peuvent être utilisées. La première consiste à travailler directement sur le nuage de points dans le logiciel de conception Revit. La seconde en revanche, permet d'évoluer dans une vue planaire haute résolution, comparable à une photo panoramique via l'utilisation simultanée du programme externe VirtuSurv. Grâce à une connexion automatique entre les deux logiciels, l'utilisateur est alors en mesure de naviguer et de s'orienter, de façon beaucoup plus intuitive, à l'intérieur du nuage de points. L'affichage des données scanner-laser est donc nettement facilité et ce notamment pour des scans réalisés en intérieur, avec des éléments de mobilier imposants, qui ont tendance à gêner l'interprétation du nuage.

■ Les solutions de traitement automatiques

Bien que cette technique fournisse des résultats probants, elle implique toujours l'intervention ponctuelle d'un utilisateur. De ce fait, la question d'utiliser une méthode entièrement automatique, se pose à plus d'un titre. Deux solutions de traitement automatisées ont donc été testées dans le cadre de ce PFE. La première concerne l'une des rares solutions commerciales existantes sur le marché du BIM et de la maquette numérique et qui propose



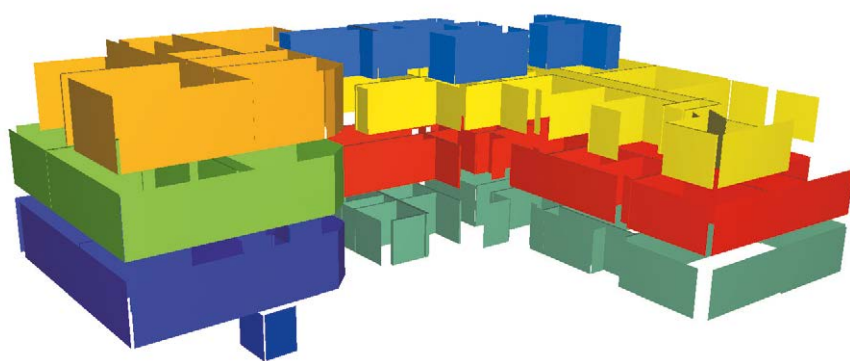


Figure 4. Résultat de la segmentation en étages



une détection entièrement automatique des murs, sols et plafonds d'un bâtiment. Une maquette pilote a donc été réalisée pour pouvoir juger de la qualité de la modélisation.

La deuxième solution, quant à elle, porte sur les travaux de thèse d'Hélène MACHER, dont la problématique est de concevoir une méthode permettant d'automatiser le passage du nuage de points au BIM. Celle-ci est de plus, réalisée à l'INSA de Strasbourg, il semblait donc opportun de s'intéresser au travail effectué et aux méthodes développées jusqu'ici. La Figure 4 ci-dessus donne un exemple d'une segmentation en étages obtenue de manière 100 % automatique.

Pour des raisons de production et de compétitivité sur le marché du "Scan to BIM", il est évident que chaque utilisateur aimerait pouvoir profiter d'une méthode de reconnaissance entièrement automatique, pour réaliser très rapidement une maquette numérique fidèle à la réalité. Idéalement, il faudrait pouvoir disposer d'une solution qui soit en mesure d'analyser l'ensemble du nuage de points, de localiser tous les raccords, de reconnaître leur type et d'ajuster la position et les paramètres de chaque composant. Seulement, dans ce domaine, les procédures entièrement automatisées atteignent très rapidement leurs limites. En effet, même si plusieurs solutions commencent à émerger, cette détection automatique est pour l'instant réduite aux seuls murs, sols et plafonds. De plus, malgré quelques premiers résultats exploitables, de nombreuses améliorations sont encore nécessaires avant de pouvoir bénéficier d'une solution de traitement

idéale. En effet, les techniques automatisées se révèlent bien souvent inefficaces pour différentes raisons. Tout d'abord, la présence d'objets encombrants dans le nuage de points, tel que le mobilier sont un réel problème à la reconnaissance automatique de formes, car il n'est pas possible de les modéliser par de simples entités géométriques. Aussi, la majorité des nuages de points traités comportent généralement des parties incomplètes ou "trous", en raison des ombres créées par les obstacles situés devant la scène. Ce problème peut être contourné par la multiplication des stations, mais engendre une autre difficulté liée à la densité du nuage de points. L'ordinateur doit donc être en mesure d'interpréter ces ombres portées pour reconstituer un modèle correct et proche de la réalité, mais ceci n'est pas toujours évident.

Pour chaque travail de modélisation automatique, une phase de reprise manuelle s'avère donc pour l'instant inévitable si l'on souhaite obtenir un modèle final cohérent et proche de

la réalité. De plus, ce genre de technique étant basé sur des algorithmes, certaines configurations complexes ou irrégulières du bâti sont parfois difficiles, voire même impossibles à représenter. Sur ce point, les procédures de traitement semi-automatique, impliquant l'utilisation d'un logiciel tel que PointSense, ont donc un net avantage car elles se basent sur l'expertise et l'expérience de l'opérateur pour réaliser la maquette numérique.

Qualification du travail réalisé

■ Évaluation des résultats

Pour évaluer la qualité des modèles réalisés, une étude de précision a également été menée durant ce PFE. Après avoir établi un premier bilan des erreurs pouvant intervenir depuis l'acquisition jusqu'au traitement des données, une évaluation qualitative et quantitative du modèle a été effectuée afin de respecter les engagements entrepris dans la phase de contrôle qualité. Le logiciel Revit ne disposant pas d'outils préconçus pour réaliser directement cette analyse dans le projet, il a fallu procéder à une intégration de la maquette sous CloudCompare, afin de pouvoir réaliser les diverses comparaisons nuage/maillage. En tant qu'expert de la mesure, cette capacité à analyser la qualité du travail effectué est une réelle valeur ajoutée pour le géomètre, car elle permet de valoriser l'expertise de la profession dans ce processus BIM.

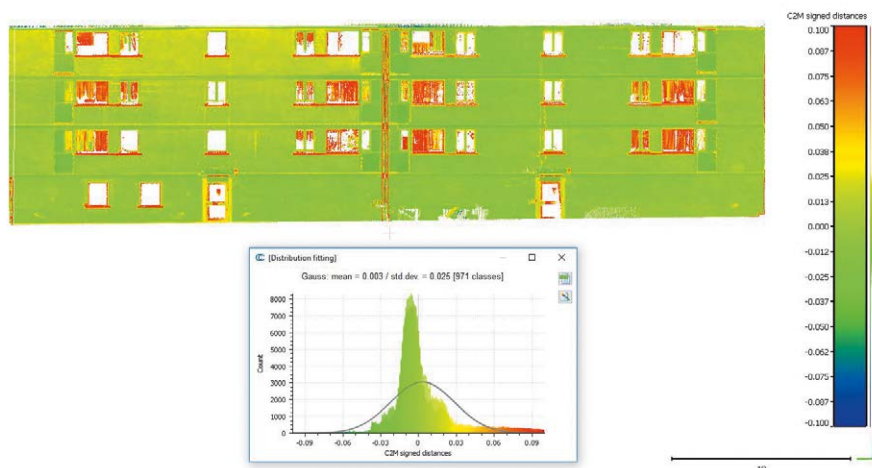


Figure 5. Résultat de la comparaison maillage/nuage pour une façade de bâtiment



De cette étude, il ressort que les écarts par rapport au modèle de référence sont en moyenne de l'ordre du millimètre, avec un écart-type σ entre 2 et 3 cm suivant les cas rencontrés (Cf. Figure 5). Un point du nuage choisi aléatoirement a donc 68 % de chance de se retrouver dans l'intervalle de valeurs $\mu+\sigma$ et $\mu-\sigma$ (avec μ la moyenne des écarts). Au vu du pourcentage de points du nuage appartenant aux murs du bâtiment, on peut affirmer que cette moyenne correspond à la précision de modélisation des parois. Ces résultats sont donc satisfaisants puisque la précision globale assurée par la société est de l'ordre de 3 cm pour une représentation standard du bâtiment. En cas d'écarts modèle/nuage trop importants, la maquette est renvoyée directement en production, pour correction.

■ Freins à la modélisation

Par la réalisation de cette étude, nous avons pu mettre en évidence plusieurs problèmes dans la méthode de conception de certains éléments de la maquette. Nous avons également pu faire ressortir certaines limites du logiciel Revit en termes de rétroconception. En effet, plusieurs situations souvent rencontrées dans la réalité sont difficilement paramétrables à l'intérieur du logiciel. Une des difficultés les plus fréquemment rencontrées concerne les déformations de l'ouvrage. En effet, dans ce genre de situation, la question qui revient inlassablement est celle du choix de la représentation ou non de cette déformation.

Si l'on se rapporte aux règles d'usage de construction d'une maquette numérique, les murs et autres éléments porteurs doivent être modélisés de façon continue du sol jusqu'au toit. Toutefois, en présence de déformations importantes ou de décalages d'un étage à l'autre, il peut être nécessaire de les segmenter horizontalement et verticalement, afin de pouvoir suivre au plus près le nuage de points et ainsi obtenir un modèle "géométriquement juste". Cependant, il peut s'avérer que certains clients et en particulier les architectes, préfèrent avoir une maquette BIM généralisée, respectant des critères de parallélisme et de perpendicularité,

plutôt qu'un modèle rigoureusement précis, présentant des discontinuités. Il faut donc pouvoir s'adapter aux besoins de chaque client, en définissant dès le cahier des charges, la destination et la qualité première recherchée (précision, réalisme visuel, etc.).

Afin de ne pas tromper un public moins averti et d'informer les utilisateurs des méthodes de construction retenues, nous avons décidé, comme expliqué auparavant, d'accompagner la maquette d'un rapport de contrôle qualité. Véritable notice d'utilisation, ce document a pour vocation de détailler les choix de modélisation entrepris par le dessinateur, d'informer le client sur la qualité géométrique du livrable final (précision, erreurs de construction, etc.) et d'avertir ce dernier sur les limites réelles de la modélisation.

Évaluation économique

La dernière étape de ce projet a consisté à évaluer d'un point de vue économique la place de la maquette numérique au sein de la société Futurmap. Dans cette partie, la question de s'appuyer sur des plans DWG au lieu d'un nuage de points pour réaliser la modélisation, a été abordée. Ainsi, suite aux premiers retours d'expériences, il s'est avéré que cette question était plutôt pertinente puisqu'on estime un gain de temps de plus de 20 %, suite à l'utilisation de plans 2D comme référence. Toutefois, compte tenu de la richesse et de l'exhaustivité des informations fournies par le nuage, la qualité des modèles générés convient d'être différenciée.

Dans un deuxième temps, il a été question de s'interroger sur l'utilité de

passer systématiquement par la réalisation d'une maquette numérique, pour la production des plans 2D. En effet, bien que l'intérêt du BIM et de la maquette numérique soit de travailler en 3D, la production de plans 2D reste pour l'instant indispensable pour de nombreux acteurs. Or, il faut savoir qu'à partir des vues 2D/3D du logiciel de conception Revit, il est possible de générer plusieurs vues en plan au format DWG. De ce fait, une fois la maquette réalisée, la production des plans d'intérieur, coupes et façades est extrêmement rapide, à condition d'avoir préalablement configuré l'export de ces plans sous Revit. Ainsi, d'après les premiers retours d'expériences, il s'avère que ce passage du BIM à la CAO pourrait représenter un gain de temps non négligeable pour une société telle que Futurmap et ce notamment, vis-à-vis des demandes complémentaires effectuées par le client.

Enfin, il a aussi été question d'aborder et de comparer les rendements de production entre les méthodes manuelles, semi-automatiques et automatiques testées tout au long de ce projet. Pour cela, trois maquettes numériques ont donc été modélisées sur la base du même jeu de données (même nuage de points). Le Tableau 1 suivant donne un aperçu des résultats obtenus.

Il ressort de cette étude que l'utilisation d'une application telle que PointSense, permet un gain de temps global sur la production d'une maquette numérique de + 20 %. Aussi, après comparaison avec ce même modèle réalisé par une approche entièrement automatisée, on constate que les temps de modélisation des murs, sols et plafonds sont équi-



Étapes de création	Temps de production		Gain/Perte automatique/manuelle
	Méthode manuelle	Méthode semi-automatique	
Préparation des données	35 min	25 min	+30%
Modélisation des murs	110 min	60 min	+45%
Modélisation des dalles	15 min	15 min	Pas de gain
Modélisation des plafonds	65 min	65 min	Pas de gain
Modélisation des escaliers	55 min	55 min	Pas de gain
Création de la toiture	30 min	30 min	Pas de gain
Modélisation des portes	75 min	75 min	Pas de gain
Modélisation des fenêtres	50 min	30 min	+40%
Création de la surface topo	25 min	10 min	+60%
TOTAL :	7h40min	6h05min	écart = 1h35min → +20%

Tableau 1. Comparaison des temps de production d'une maquette numérique réalisée suivant une méthode manuelle et semi-automatique



valents entre les deux procédés. Ces résultats sont donc très encourageants et confortent le choix de l'acquisition de cette solution de traitement. Cependant, il convient tout de même de mettre en perspective le fait que les méthodes automatiques ne nécessitent aucune intervention de la part de l'utilisateur et ce durant toute la phase de calcul des algorithmes. Elles permettent donc à terme, de traiter un plus grand nombre de maquettes numériques en simultanément.

Bilan et perspectives

Ce PFE avait pour objectifs de conforter et de consolider l'activité de modélisation 3D initiée par Futurmap en janvier 2015 et ce, en s'appuyant sur la création de modèles BIM "tel-que-construit". Le but de ce travail consistait à améliorer le processus initial de création de maquettes numériques sous Revit, en standardisant et en automatisant les grandes étapes nécessaires à la réalisation de tels modèles.

Les objectifs fixés initialement ont été remplis, puisqu'un processus de traitement a pu être validé et affiné au fur et à mesure des réalisations. Divers supports tant pédagogiques qu'opérationnels, ont également été élaborés, dans le but d'accompagner la société dans la mise en place de son activité. Ces différents outils ont ainsi permis de simplifier et de formaliser la chaîne de production, que ce soit dans la réponse à des appels d'offres, dans la préparation des données ou dans la formation du personnel en charge du BIM chez Futurmap.

Suite à cette étude, une solution intéressante, permettant de semi-automatiser la réalisation d'une maquette numérique sous Revit, a été proposée. Au vu des résultats obtenus et du gain de temps procuré par l'utilisation de cette méthode, il a été jugé comme nécessaire d'intégrer cette solution de traitement à la chaîne de production de maquettes numériques mise en place au sein de la société.

Enfin, pour évaluer la qualité des modèles réalisés, une étude de précision a également été menée. Cette partie a constitué un point essentiel de

ce travail, car elle a permis de valoriser l'expertise et le savoir-faire de la profession dans ce processus BIM.

A la suite de ce projet, trois points devront rapidement être développés, afin de pouvoir accroître davantage l'automatisation de la production. Tout d'abord, sur la base des deux premières familles de composants créées, il sera nécessaire de s'intéresser au développement concret d'une bibliothèque d'objets Revit, qui soit adaptée aux exigences des modèles BIM "tel-que-construit".

Ensuite, il conviendra de se pencher sur l'intérêt d'effectuer ou non un passage du BIM à la CAO. En effet, bien que cette phase de transition puisse procurer un bénéfice important pour Futurmap, si ce changement "radical" dans les méthodes de production s'avère utile, plusieurs mois seront nécessaires pour pouvoir se mettre à niveau.

Enfin, il sera primordial de se renseigner sur les applications et perspectives d'évolution de la maquette numérique. En effet, là où l'aspect "géométriquement juste", cher aux géomètres, est un gage de qualité pour qualifier le modèle, le besoin n'est pas identique pour un gestionnaire de patrimoine, un promoteur immobilier ou un bureau d'études. Une veille sur les évolutions très rapides du secteur conduira la création de maquettes numériques au plus près des besoins de ses utilisateurs. ●

Contact

Thibault BAVOUX
thibault@futurmap.com

Bibliographie

Boulaassal H., (2010), *Segmentation et modélisation géométriques de façades de bâtiments à partir de relevés laser terrestres*. Mémoire de thèse présenté pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Strasbourg, spécialité Topographie-Géomatique, Ecole Doctorale Mathématiques, Sciences de l'Information et de l'ingénieur, 214 pages

Celnik, O., Guersendre, N., Lebègue, E., (2015), *BIM et maquette numérique : Pour*

l'architecture, le bâtiment et la construction. Editeurs : Eyrolles et CSTB, Collection : Blanche BTP, 2^e édition, 764 pages

Landes, T., Grussenmeyer, P., (2011), *Les principes fondamentaux de la lasergrammétrie terrestre : systèmes et caractéristiques*. Revue XYZ, n°128, 3^e trimestre 2011, pp. 37-49

Landes, T., Grussenmeyer, P., Boulaassal, H., (2011), *Les principes fondamentaux de la lasergrammétrie terrestre : acquisition, traitement des données et applications*. Revue XYZ, n°129, 4^e trimestre 2011, pp. 25-38

Macher, H., Landes, T., Grussenmeyer, P., Alby, E., (2014), *Boundaries Extraction from Segmented Point Clouds as Input for Historical Building Information Modeling*. International Journal of Heritage in the Digital Era, Volume 3, n°4, pp. 669-682

Tonn, C., Bringmann, O., (2015), *Point Clouds to BIM : Methods for Building Parts Fitting in Laser Scan Data*. New technologies and the future of the built environment, Sao Paulo, Brazil, July 8-10, 2015, pp. 358-369.

ABSTRACT

BIM was first introduced to the design of new constructions. However, in urban environments, there is now a demand for BIM modeling in the existing building, for rehabilitation or asset management projects. In this area, laser scanning appears to be the ideal solution to capture the information necessary to carry out such models. But today the digital model creation from point cloud remains a tedious and time consuming manual process. This project serves two specific objectives : to consolidate 3D modeling activity, constantly growing and to improve the original creation process of digital models in Revit. This work is divided into three phases: an introduction of a modeling process applied to buildings ; a study of automated processing solutions that can help to improve the process ; the confrontation, from an economic point of view, of each method presented.