SFR Territoires en Réseaux

PROJET DE RECHERCHE

Identité du demandeur : Raphaël Vouilloz, Architecte, Doctorant UGA

Laboratoire : MHA (Méthodes et Histoire de l'Architecture)

Directeur de thèse : Pr Philippe Marin

ED : EDSHPT 454 - Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire

Sujet de la thèse : L'escalier en fer-à-cheval du château de Fontainebleau comme prototype au développement de procédés numériques CFAO & BIM pour une stéréotomie contemporaine.

Contexte :

La recherche vise à étudier la stéréotomie de l'escalier en fer-à-cheval du château de Fontainebleau, chef-d'œuvre de la Renaissance, pour établir des procédés numériques modernes propres à la construction en pierre de taille. Cet objet complexe où s'intersectent des défis géométriques certains témoigne d'une exceptionnelle maîtrise de la part de ceux qui l'ont conçu et fabriqué (Potié 1996, 136). Il offre donc un terrain propice à l'expérimentation et la mise à l'épreuve de méthodes CFAO & BIM à même de répondre à deux enjeux contemporains autour de ce matériau. D'abord, la restauration du patrimoine, qui suggère des chantiers permanents (Amsler 2004) et revêt des enjeux socio-économiques de transmission des savoirs et de soutien d'une industrie locale (Zerbi 2011, 125) ; ensuite, la revalorisation de la pierre structurelle comme vecteur de durabilité sur des constructions neuves (Perraudin 2013, 15). L'objectif est donc de modéliser cet ouvrage sur le logiciel de conception-fabrication TopSolid et d'envisager des usages CFAO et BIM à partir de cette maquette numérique pour démontrer la capacité d'une telle démarche à soutenir une stéréotomie contemporaine. Cette méthode réunit dans nos métiers deux nouveaux paradigmes opérés par l'adoption de l'ordinateur : la gestion de données et la modélisation 3D (Picon 2010 et Carpo 2017). Les usages envisagés, dits 4D pour la planification et 5D pour l'analyse des coûts, s'inscrivent à la fois dans l'innovation numérique de par leur procédé et dans le même temps dans une tradition architecturale de la Renaissance : la stéréotomie fut alors l'une des principales disciplines à promouvoir l'architecte comme celui qui avait le savoir-faire de concevoir et fabriquer un ouvrage de par sa représentation, pour en anticiper tant la forme que les procédés constructifs et les coûts (De l'Orme 1568, Livre I, Chapitre XII). Un tel recours au numérique, au service de l'acte de construire, offre de répondre à la mise au à jour de la stéréotomie et de ses raisons ontologiques suggérée par Giuseppe Fallacara (Fallacara 2007, 26). Les résultats attendus sont un cahier des charges de procédés numériques pour un éventuel module TopSolid'Stone dédié à la pierre de taille, ainsi qu'un site internet de partage de la maquette numérique et de démonstration des travaux.

Le soutien demandé servira à financer une partie des frais de déplacement de la recherche associés aux activités de relevé architectural sur site. Le reste sera pris en charge conjointement par le laboratoire MHA de mon directeur de thèse Philippe Marin, et par le laboratoire CNPA de l'EPFL (Ecole polytechnique fédérale de Lausanne) où je travaille, et dont mon directeur Bernard Cache co-encadre la thèse.

Lien avec les axes de recherche de la SFR : Territoire et numérique

Si la recherche ambitionne de développer des procédés numériques innovants, ceux-ci seront ancrés sur les besoins pragmatiques des professionnels de la pierre pour mettre le numérique au service de la collectivité qui est face à des enjeux architecturaux certains. Des contacts sont d'ores et déjà établis avec des acteurs multiples, architectes, tailleurs de pierre, constructeurs de machines ou développeurs logiciel. L'objectif est de mettre en réseau un écosystème de compétences à même de déployer une stéréotomie contemporaine envisagée par des moyens numériques modernes. Le défi est à la fois humain, pour identifier et rassembler les exigences et les savoir-faire, et technique, pour établir des procédés pragmatiques, fiables et interopérables.

Objectif et résultats attendus :

L'analyse de l'escalier de Fontainebleau par le prisme de son redessin sur un logiciel de modélisation architecturale impose son relevé numérique 3D sur site. Cela consiste à scanner l'ouvrage avec un appareil, posé sur trépied, dont le laser balaye balaie l'espace en 3D ; pour texturer ce premier modèle, le relevé est en outre complété par une conséquente prise de photographies qui doivent couvrir l'ensemble de l'ouvrage (Valente 2019). En outre, la recherche comparera la composition stéréotomique de l'ouvrage d'origine avec ses répliques de la cour Lefuel au Louvre et du château de Courances, portant le nombre de sites à relever à trois.

Une telle campagne de relevé numérique implique donc, pour chacun de ces ouvrages, de se rendre sur place pendant une journée complète, à deux personnes : moi-même ainsi que mon collègue Ahmed Wael. En effet, l'exercice nécessite : 1) effectuer une trentaine de stations de scan 3D pour obtenir un nuage de points ; 2) prendre de nombreuses photographies couvrant l'ensemble de l'ouvrage pour convertir ensuite ce nuage de point en photomesh texturé. Ces deux activités, mais aussi le convoiement d'un matériel conséquent, appareils, trépieds, et cibles 3D, ne sont pas envisageables seul. Enfin, il sera éventuellement nécessaire de retourner sur site afin de compléter ou corriger un premier relevé, car ceux-ci peuvent être affectés par des conditions météorologiques non favorables.

Calendrier :

La recherche a débuté à l'automne 2022 et deux relevés ont déjà été effectués à Fontainebleau et au Louvre. Au moins deux autres relevés sont envisagés ce printemps 2023 à Courances et Fontainebleau, où l'architecte en charge nous a invité à revenir relever l'intérieur de la façade. Ces déplacements sont indispensables en cette première année de recherche pour pouvoir débuter les modélisations.

Mai 2023 : relevés de Courances et Fontainebleau

Juin 2023 : Traitement des nuages de points et modélisation 3D

Bibliographie :

Amsler, Christophe. 2004. « Un chantier permanent ». *Ingénieurs et architectes suisses* 130 (10): 8-. https://doi.org/10.5169/seals-99305.

Carpo, Mario. 2017. *The Second Digital Turn: Design beyond Intelligence*. Writing Architecture. Cambridge, MA: The MIT Press.

Fallacara, Giuseppe. 2007. *Towards a stereotomic design : Notions of stereotomy, digital stereotomy and topological transformations: reasoning about the construction of the form*. Roma: Aracne.

L'Orme, Philibert de. 1568. *Le premier tome de l'architecture*. Paris: chez Frédéric Morel.

Perraudin, Gilles. 2013. *Construire en pierre de taille aujourd'hui: musée des vins et jardin ampélographique, Patrimonio, Haute-Corse*. Les Presses du réel.

Picon, Antoine. 2010. *Culture numérique et architecture: une introduction*. Bâle: Birkhäuser.

Potié, Philippe. 1996. *Philibert de L'Orme: figures de la pensée constructive*. Editions Parenthèses.

Valente, Clément. 2019. *Numérisation 3D & Construction*. BTP.digital. Lyon.

Zerbi, Stefano. 2011. « Construction en pierre massive en Suisse ». Lausanne, EPFL. https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-4999.