

Au fil du temps, notre patrimoine bâti s'est enrichi de nombreux éléments décoratifs et sculptés à partir de matériaux tels que la pierre naturelle, le plâtre ou la céramique. La conservation et la restauration de ce merveilleux héritage constituent un défi majeur pour l'artisan, qui dispose aujourd'hui d'un large éventail de nouveaux moyens technologiques. Cet article est consacré à la technique de l'impression 3D.

Impression 3D et patrimoine

Principe des techniques de mise en forme ⁽¹⁾

Une étude a été menée dans le cadre du projet *3D-restauratie* ⁽²⁾ afin de déterminer les applications actuelles et éventuellement futures de la technologie 3D pour le secteur de la restauration ⁽³⁾. Une attention particulière a été accordée au travail de la pierre naturelle et du métal, aux finitions à base de plâtre ainsi qu'aux décorations en céramique (carreaux, par

exemple). Il est à noter que ces technologies n'écartent pas le processus de fabrication artisanale classique, mais qu'elles contribuent à faciliter certaines étapes intermédiaires de la production.

Les techniques de mise en forme se basent toujours sur un modèle virtuel, créé à l'aide de scans 3D et/ou d'un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur). Ce modèle permet de réaliser un élément de construction (au sens

large du terme) dans le matériau souhaité. Ainsi, en ce qui concerne la pierre naturelle, il est possible, par exemple, de fraiser directement le matériau ou de travailler avec un matériau artificiel imitant la pierre naturelle. Dans un cas comme dans l'autre, il est toutefois souvent nécessaire de procéder manuellement à certaines finitions mineures.

La réalisation de ces modèles virtuels à l'aide d'un logiciel de CAO et des techniques de numérisation (scan laser ou photogrammétrie, par exemple) est aujourd'hui à la portée de quasi n'importe quelle entreprise de construction, mais elle requiert un investissement considérable (tant sur le plan financier que sur celui de l'acquisition de l'expérience nécessaire). Ceci explique pourquoi il est encore bien souvent recommandé de faire appel à des sociétés externes spécialisées en la matière.



Source : Vervloet/Sirris

1 | Exemple de modèles imprimés en 3D

Impression 3D

La fabrication additive, mieux connue sous l'appellation 'impression 3D', est une technique prometteuse pour la (re)production d'éléments de construction métalliques de petites dimensions (quincaillerie, décorations...) et de grandes dimensions (porteurs ou non).

Bien qu'il soit aujourd'hui possible d'imprimer directement des éléments

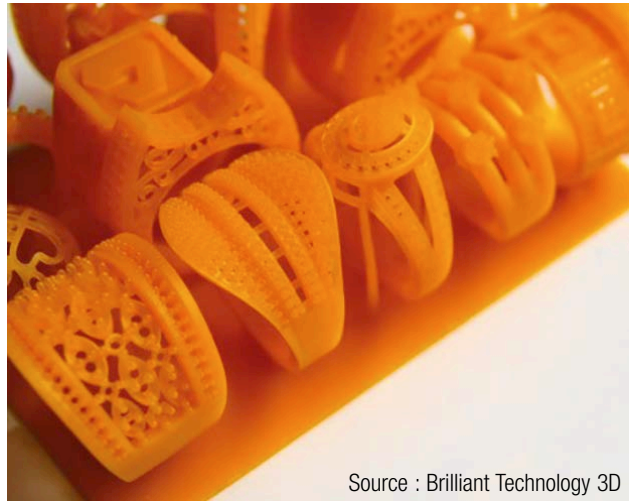
⁽¹⁾ Les 'techniques de mise en forme' d'un matériau regroupent la sculpture, le taillage, le fraisage, le modelage, le sciage, le moulage voire l'impression 3D.

⁽²⁾ Le projet '*3D-restauratie*' est une initiative de la Confédération Construction flamande, du centre de connaissance Sirris et du CSTC, et est subsidié par VLAIO (*Agentschap Innoveren en Ondernemen*).

⁽³⁾ Malgré la pertinence d'un débat consacré aux aspects historiques, culturels et éventuellement déontologiques de ces nouvelles technologies dans le secteur patrimonial (en particulier concernant la reconstruction ou le remplacement des bâtiments), ce sujet n'est pas abordé dans le cadre de cet article.



2 | Exemple d'objet complexe en fonte dont le moule en sable pourrait être imprimé en 3D



Source : Brilliant Technology 3D

3 | Exemple de modèles à la cire perdue imprimés en 3D et destinés à la confection de bijoux. Ceux-ci permettent une très grande précision et une incroyable complexité.

en béton, en métal ou en céramique – c'est-à-dire sans moule ou sans coffrage –, certaines réserves peuvent être émises concernant des aspects tels que la précision et la tolérance, les caractéristiques techniques des matériaux (durabilité, par exemple) et la faisabilité technique de la méthode (4).

Pour la plupart des entreprises de construction, il est donc plus réaliste pour l'instant de continuer à utiliser les méthodes traditionnelles pour la production principale et de recourir à l'impression 3D pour certaines étapes intermédiaires à haute technologie (prototypage rapide). Ce principe, actuellement très en vogue, consiste à fabriquer de manière relativement rapide et peu coûteuse un modèle – généralement en plastique – dans les dimensions souhaitées. Pour ce faire, un prototype est imprimé à partir d'un scan ou d'une modélisation numérique (basée sur des photos historiques, par exemple) d'un objet existant. La figure 1 à la page précédente en montre quelques exemples. La modélisation numérique permet en outre de retravailler les fichiers 3D bruts issus de scans (symétrie ou remise à l'échelle, par exemple). Il est ainsi possible, par exemple, de compenser le retrait du métal, phénomène inévitable

lors de la production de l'objet définitif. Ce prototype imprimé sert ensuite à fabriquer le moule en sable ou le modèle à la cire perdue que l'on utilisera pour le coulage du métal en fusion, et ce de manière artisanale.

Dans le cas des **moules en sable**, la réalisation d'un tel prototype n'est toutefois pas obligatoire à l'heure actuelle. Le moule peut en effet être directement imprimé à partir du modèle numérique de l'objet à fabriquer. Dans ce cas, les canaux nécessaires au coulage du métal en fusion et à l'évacuation des gaz de combustion sont prévus durant une phase préalable d'ingénierie numérique. Les canaux sont imprimés automatiquement en même temps que le moule. Cette méthode présente un avantage certain pour la création d'objets complexes par rapport au processus de fabrication classique des moules en sable. Le moule est en effet imprimé avec des dimensions supérieures à celles de l'objet, compte tenu du retrait que subira l'objet métallique. Cette technique est adéquate pour les objets de grandes dimensions (en fonte) à structure complexe (voir figure 2).

Concernant la **méthode à la cire perdue**, pratiquée depuis longtemps déjà pour

la réalisation d'objets métalliques, la confection d'un modèle intermédiaire n'est plus obligatoire de nos jours non plus. La méthode classique consiste à réaliser un modèle en cire, ainsi que les canaux de coulée, dans un matériau résistant au feu. Après une étape de 'cuisson', durant laquelle la cire est fondue, le moule est prêt à être rempli de métal en fusion (bronze, par exemple). Grâce aux nouvelles applications d'impression 3D, il est toutefois possible d'imprimer directement les modèles en cire, ainsi que les canaux de coulée, souvent complexes, et de les utiliser ensuite comme des modèles classiques à la cire perdue. Cette méthode tient compte, elle aussi, du retrait de l'objet et permet d'imprimer un modèle à la cire perdue plus grand que l'objet à fabriquer. Elle convient parfaitement pour la reproduction d'objets détaillés (voir figure 3) tels que les fines pièces de quincaillerie.

Les techniques actuelles d'impression 3D offrent de nombreuses possibilités d'utilisation. C'est un domaine en pleine évolution auquel le CSTC consacre plusieurs études. |

Y. Vanhellemont, ir., chef adjoint du laboratoire 'Rénovation', CSTC

(4) Voir l'article 'Le futur du processus de construction : imprimer le béton en 3D ?' sur la page c-watch de notre site Internet.