

Regard sur le béton

IMPRESSION 3D D'UNE MAISON EN BÉTON : « KAMP C » CRÉE UNE PREMIÈRE MONDIALE

2020 aura aussi été l'année d'une première mondiale dans le secteur du bâtiment. A Westerlo, dans la province d'Anvers, « Kamp C », le Centre provincial pour la durabilité et l'innovation dans la construction, a imprimé en béton et d'un seul tenant une maison d'environ 90 mètres carrés.



La technique d'impression en 3D dans le domaine de la construction n'est pas une idée entièrement neuve mais est encore très peu connue en Belgique. C'est donc avec ambition que l'équipe de Kamp C travaille sur cette méthode en plébiscitant son caractère durable et économe en énergie. Ainsi, l'habitation construite sur le site de Kamp C à Westerlo, est un test grandeur nature pour présenter et parfaire cette technique. La réalisation est une première mondiale car elle a été érigée sur place en une seule pièce au moyen d'une imprimante fixe. Le résultat est une habitation construite en un temps record, entièrement équipée et qui répond à toutes les attentes sur le plan structurel, urbanistique et énergétique. Un cas d'école donc pour séduire les entrepreneurs flamands, et in fine belges, et les inciter à introduire cette technique innovante dans leur pratique.



La maison a été modélisée en 3 dimensions via un logiciel informatique approprié. Le modèle est ensuite transmis à l'imprimante 3D qui l'exécute in situ. L'imprimante utilisée est un modèle fixe, qui est le plus grand existant en Europe. Sa taille permet d'imprimer en un seul tenant des projets de dimension relativement importante.



L'aboutissement du projet est une maison unifamiliale « standard » en termes de taille et d'équipement. Cet édifice basse-énergie compte 90 m² répartis sur deux étages et est une démonstration pratique des multiples possibilités qu'offre la technique d'impression en 3D : porte à faux, murs rectilignes ou courbes, isolation de l'enveloppe, gestion des ponts thermiques, intégration de techniques spéciales comme le chauffage par le sol.



Par passes successives, l'imprimante superpose des couches de mortier de quinze millimètres. La vitesse d'impression est de 250 millimètres par seconde. Dans le cadre de ce projet, l'impression de chaque couche a duré huit minutes et il a fallu quinze jours pour achever la phase « gros-œuvre » du chantier.



L'un des atouts majeurs de cette technique est la rapidité de construction. Celle-ci est essentiellement due à l'absence totale du travail de coffrage, rendu inutile par la technique même. Six mois ont été nécessaires pour achever entièrement la maison. Avec plus d'expérience, l'équipe de Kamp C pense pouvoir réduire considérablement la durée du chantier, probablement jusqu'à quelques jours seulement. A ce stade, le principe de base est en place et les objectifs sont atteints : robustesse, rapidité et économie des ressources.

UN MUR EN BÉTON TROIS FOIS PLUS SOLIDE ET RÉALISÉ SANS COFFRAGE

Les recherches technologiques se sont portées sur la technique d'impression et l'imprimante en elle-même, mais aussi sur le type de béton à utiliser. En effet, la plus grande particularité de cette technique est l'absence de coffrage pour l'érection des murs. Il est donc impératif d'utiliser un mortier spécifique. L'ouvrabilité du mélange doit être adaptée au passage du béton dans la tête d'impression. Par ailleurs, elle doit offrir un durcissement rapide pour éviter l'effondrement de la structure et permettre de couler l'ouvrage vertical en continu. Enfin, il est nécessaire d'éviter la rétraction du béton en cas de séchage trop rapide. Pour les murs porteurs, l'imprimante dessine une structure en « treillis » afin d'en augmenter la capacité de portance tout en diminuant la masse. On obtient ainsi des structures porteuses trois fois plus solides qu'avec une maçonnerie de béton traditionnelle alors que la construction obtenue est plus légère. Le béton employé est enrichi en fibres qui apportent aussi de la robustesse et limitent les risques de fissures durant la phase de durcissement. La technique d'impression 3D en béton ne demande aucun renforcement structurel sauf pour les ouvertures de façade. Des renforcements ponctuels sont alors ajoutés à la main comme, par exemple, des poutres métalliques ou des Murfor® flexibles pour les murs courbes.

DE NOMBREUX AVANTAGES

Pour l'équipe de Kamp C, cela ne fait aucun doute : l'impression 3D ne compte que des avantages. Le Centre provincial pour la durabilité et l'innovation dans la construction met en avant ses atouts en termes d'économie d'énergie et de ressources. Le coffrage des ouvrages est inutile, ce qui représente une économie de temps, de main-d'œuvre, de matériaux et de déchets. Le transport lié à la construction est également drastiquement réduit. Autre avantage, les immeubles étant plus légers (car utilisant moins de matière pour une même capacité structurelle), leurs fondations se voient également réduites. De même, les problèmes liés à la faible portance de certains terrains sont diminués voire supprimés. Kamp C insiste également sur la précision d'exécution que permet la technique. Enfin, les possibilités de création sont quasiment infinies grâce au design paramétrique : il est, par exemple, désormais aussi facile et rapide de construire trente colonnes au design variable que trente colonnes identiques.



L'imprimante compose des murs porteurs creux dont la résistance est égale à un mur structurel en maçonnerie de béton traditionnelle. Ce profil en « treillis » est rendu possible par la liberté de création et de réalisation de l'impression 3D.



Le projet porté par Kamp C a éprouvé la technique d'impression 3D en béton. Dimensions, formes, épaisseurs de mur, intégration des techniques spéciales : le projet a été conçu pour tester et améliorer le procédé.

UNE TECHNIQUE ÉPROUVÉE MAIS TOUJOURS EN QUÊTE DE PERFECTIONNEMENT

Avec ce test grandeur nature, l'équipe de Kamp C a prouvé que la technique d'impression 3D est au point. Après cette expérience enthousiasmante, elle travaille maintenant au développement de la méthode. Comme déjà évoqué, l'impression 3D demande une composition de béton particulière. Ainsi, des études sont en cours pour améliorer la résistance à la traction de ce type de béton. Au niveau des dimensions, des constructions avec une plus grande surface au sol seront envisagées en déplaçant l'imprimante ou en assemblant différentes pièces. Des bâtiments à plusieurs niveaux sont prévus, comme c'est déjà le cas en Allemagne. Des recherches au niveau des softwares sont aussi en cours pour améliorer la communication entre le logiciel de modélisation et celui de l'imprimante. Kamp C pense également que, à l'instar d'autres projets innovants, le coût de la technique tendra à baisser avec son évolution.

ENSEMBLE VERS UNE VISION DURABLE DU SECTEUR DU BÂTIMENT

La maison-test de Westerlo fait partie du projet européen C3PO (Co-création 3D printing avec entreprises /CO-creatie 3D printen met Ondernemingen). En collaboration avec Kamp C, le projet C3PO cherche à promouvoir la construction en impression 3D en Flandre, et particulièrement dans la province d'Anvers. Avec un apport financier supplémentaire de l'Europe, près de 1,6 million d'euros ont été investis dans le projet et l'acquisition de l'imprimante. À l'heure actuelle, partout dans le monde, l'utilisation de l'impression 3D pour la construction est en nette augmentation. Kamp C et le projet C3PO travaillent de concert pour impliquer les entreprises flamandes dans cette révolution du secteur du bâtiment. Avec, en ligne de mire, une vision renouvelée et durable du secteur.



Pour la construction de cette première maison imprimée en 3D, Kamp C et C3PO ont pu compter sur sept autres partenaires : les entreprises Beneens, ETIB/Concrete House, Groep Van Roey, ViCre, Thomas More, le bureau d'architecture Trias architecten et l'Université de Gand. Saint-Gobain Weber a également participé à l'aventure.

LES ARMATURES DANS LE BÉTON

Il est possible d'améliorer le comportement du béton durci par l'ajout de fibres lors du malaxage du mélange frais. Les fibres peuvent être en acier ou synthétiques. Les fibres métalliques mesurent entre 30 à et 100 mm avec un diamètre de 0,1 à 1 mm. Leur profil peut être différent selon leur provenance. Le dosage maximum pour les fibres en acier est de 30 kg par m³ de béton. Les fibres synthétiques mesurent entre 10 et 40 mm pour un diamètre de 20 à 600 µm. Le plus grand point d'attention à observer lorsqu'on emploie des fibres concerne l'ouvrabilité du béton qui a tendance à diminuer. Il convient alors d'ajuster le mélange en fonction de la mise en œuvre prescrite. Qu'elles soient en acier ou synthétiques, les fibres reprennent les efforts de traction lors du retrait plastique du béton. Ceci limite alors fortement l'apparition de fissures avec pour avantage l'obtention d'une meilleure qualité du béton de surface et par conséquent un ouvrage plus durable.



Texte : Sylvie Reversez

Partenaires :

ETIB/Concrete House / VICRE / BENEENS / VAN ROEY /
THOMAS MORE / TRIAS ARCHITECTEN / UNIVERSITEIT GENT /
PROVINCIE ANTWERPEN

Crédit photos : © Kamp C & Jasmien Smets