

CTB

LES CAHIERS TECHNIQUES DU BÂTIMENT



MONDIAL DU BÂTIMENT

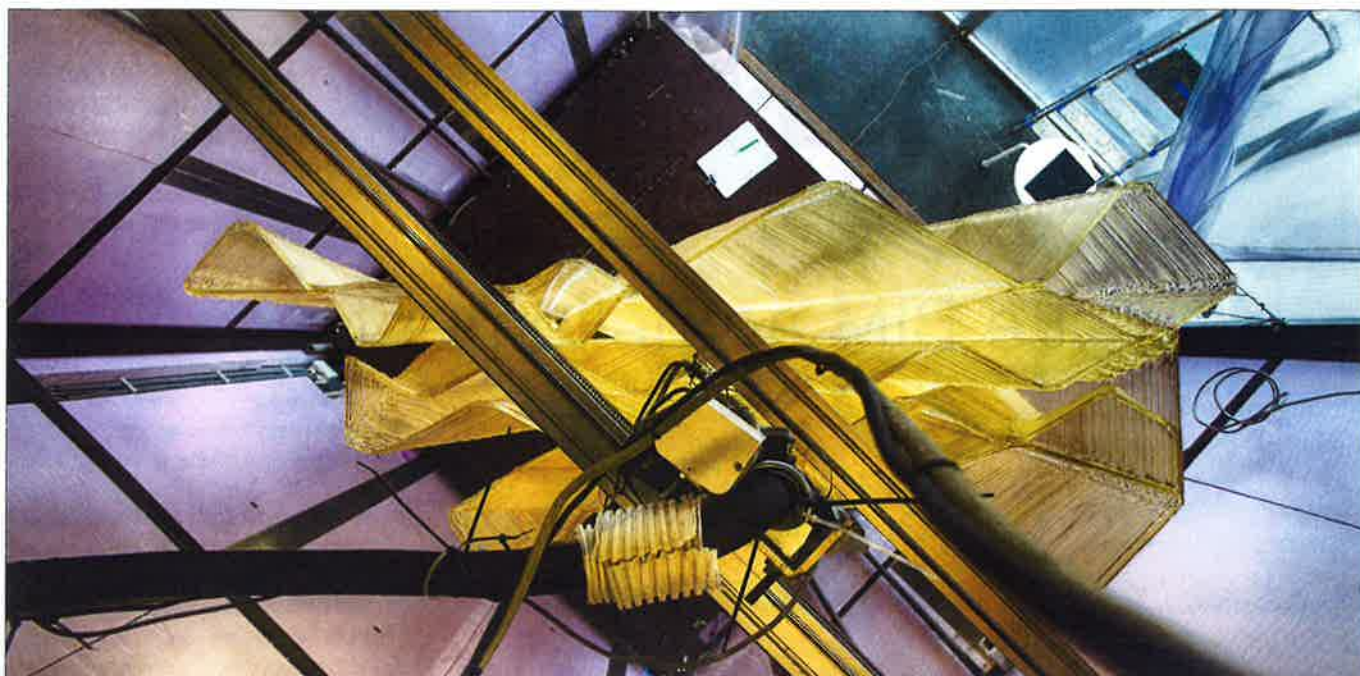
Les tendances de Batimat, Interclima+Élec et Idéobain p.38



ROBOTISATION
 Pour une fabrication
 optimisée p.16

BIM D'OR 2017
 Le palmarès
 complet p.20

PRODUITS
 220 nouveautés p.81



Le bioplastique à base d'huile de colza utilisée par l'imprimante de DUS Architects est jaune, mais peut-être coloré en noir.

IMPRIMER EN 3D SUR SITE AVEC LES ROBOTS MOBILES

Dans le bâtiment, l'impression 3D robotisée ouvre de nouvelles pistes de fabrication de pièces de grandes dimensions. Si la préfabrication prédomine, l'impression directe sur chantier commence à voir le jour.

L'impression 3D, ou plus exactement la fabrication additive de pièces couche après couche, gagne le bâtiment après avoir investi l'industrie et le médical. La grande liberté de formes permises et l'optimisation du poids grâce à la création aisée de cavités expliquant, notamment, l'intérêt pour cette technique. Un autre atout est la possibilité d'automatiser le procédé, ce qui permet d'évoluer dans un environnement dangereux ou d'être très productif, notamment en travaillant 24 h/24. Une grande variété de matériaux peut être utilisée en impression 3D : plastique, métal, pâte à bois ou béton. Ainsi aux Pays-Bas, l'agence DUS Architects imprime à bas coût, mais très lentement, avec des billes de bioplastique fondu obtenues à partir d'huile de colza. Mais pour aller vite

et réaliser des ouvrages de grandes dimensions, la quasi-totalité des acteurs impriment des cordons continus de béton, généralement renforcé en fibres, type BFUP.

Portique ou bras robotisé

L'enjeu à terme est aussi de pouvoir fabriquer sur site. Les solutions développées par les fabricants répondent à deux familles : le bras robotisé mobile ou le portique. Le portique fixe ou mobile a les faveurs des Slovènes de BetAbram ainsi que des Italiens de la société Wasp, qui ont développé BigDelta, une imprimante portique de 12 mètres de hauteur. Le fabricant commercialise une version réduite de ce même type, la DeltaWasp. De l'autre côté de l'Atlantique, en Californie, Contour Crafting a conçu un grand portique sur

© DUS Architects

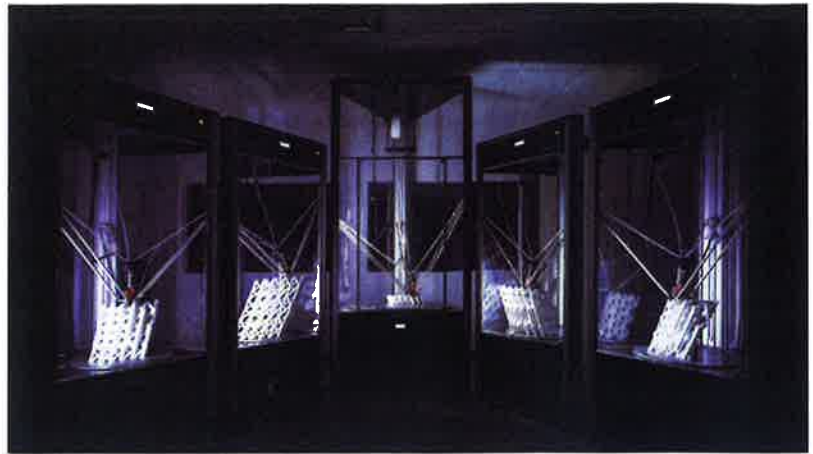
rail qui permettrait d'imprimer une maison en 24 heures. Le pionnier texan Andrey Rudenko, fondateur de Total Kustom, a imprimé en béton sur site avec son portique robotisé une extension de 130 m² du Lewis Grand Hôtel situé aux Philippines. Les autres fabricants font plutôt le choix de bras robotisés industriels avec une tête d'impression, entièrement mobiles et pourvus d'un système de guidage les rendant autonomes. C'est le cas d'Apis-Cor en Russie avec un grand système robotisé fait maison, de CyBe Construction (en béton) et de MX3D (en métal) aux Pays-Bas. En France, Constructions 3D, à Valenciennes, ainsi que Batiprint3D, à Nantes, ont également adopté cette technique.

Premier pont piéton métallique imprimé sur site

Les premiers ponts imprimés en 3D sont piétonniers, d'une dizaine de mètres de longueur et préfabriqués en atelier. Ainsi, le pont de 12 mètres de la commune d'Alcobendas (Espagne) a été imprimé en béton par le Groupe Acciona avec une imprimante italienne D-Shape. Deux autres ponts en plastique (4 et 11 mètres) ont été imprimés à titre de démonstrateurs par l'Université de Shanghai.

Le premier pont fabriqué sur site est revendiqué par la société de robotique MX3D installée à Amsterdam et associée au designer Joris Laarman et à la société de construction Heijmans. L'impression de ce pont piéton métallique, qui doit enjamber un canal de la partie historique de la ville d'Amsterdam, a débuté avant l'été. Courant juin, environ deux mètres sur neuf étaient imprimés, avec l'objectif de terminer avant la fin de l'année.

Le projet a démarré dès 2015 par différents tests et le procédé demeure expérimental. Deux imprimantes robotisées conçues à partir de robots industriels six axes d'ABB Robotics impriment le pont en partant chacune d'une extrémité. Au fur et à mesure de l'édification de l'ouvrage, les robots construisent leur propre support leur permettant d'avancer. Le design du pont est épuré avec des formes élégantes et une structure optimisée par ordinateur avec les outils Project Dreamcatcher et Dynamo d'Autodesk. Les robots impriment l'ouvrage formé de tiges métalliques en déposant des gouttelettes en fusion à 1 500 °C. L'idée des créateurs est de mettre au point un processus robotisé et autonome exploitable sur ■■■



© Wasp



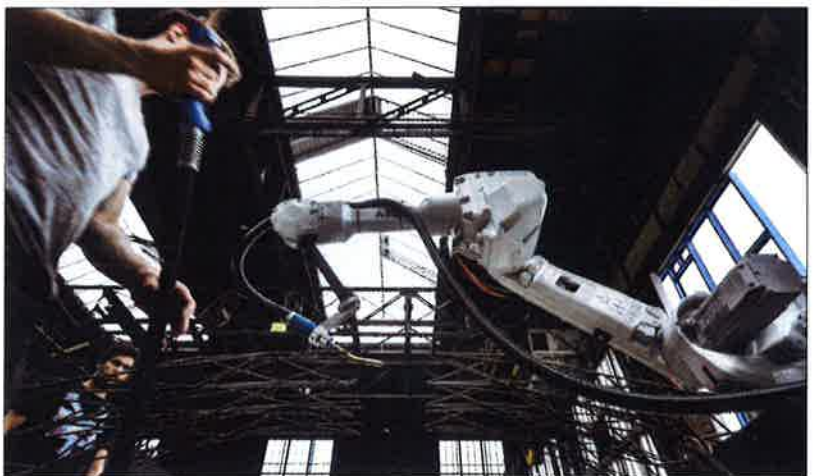
© CyBe Construction



A. Les Italiens de Wasp, qui commercialisent de petits portiques pour impression 3D, ont réalisé une imprimante portique extérieure de 12 mètres de hauteur.

B. CyBe Construction commercialise un bras robotisé pouvant imprimer des murs en béton jusqu'à 4 m de hauteur.

C. MX3D a développé une technologie imprimant des structures filaires métalliques à partir de gouttes d'acier en fusion.



© MX3D



© IRCCyN



© XtreeE



© XtreeE

site dans des situations pouvant être dangereuses pour les ouvriers, comme des immeubles de grande hauteur.

En France, un secteur très prometteur

L'Hexagone est présent en fabrication additive béton, aussi bien en préfabrication qu'en impression sur site avec un dépôt de cordons de béton fluide empilés.

Partenaire de LafargeHolcim, la start-up XtreeE utilise un robot industriel avec une tête d'extrusion à béton pour garantir la précision des pièces préfabriquées et assemblées dans son atelier. Leur dernière réalisation est l'impression 3D de poteaux extérieurs structurels ainsi qu'un mur décoratif intérieur pour la maison pilote dénommée Concept Yrys du groupe MFC (Maisons France Confort). Pour 2018, XtreeE veut imprimer en 3D des logements étudiants à partir de modules de studios de 12 m², pour le bailleur social Habitat 76.

Du côté des solutions sur chantier, il faut citer le pôle universitaire de Nantes avec le procédé Bati-Print3D ainsi que la jeune société Constructions 3D partenaire des Mines de Douai, de Polytech Lille et de Centrale Lille. En septembre 2017, l'impression 3D d'une maison pour Nantes Métropole Habitat a été réalisée en mettant une imprimante robotisée sur un véhicule léger motorisé de type AGV (Automated Guided Vehicle). C'est le pari du projet « Yhnova » qui met en œuvre le procédé BatiPrint3D développé par l'Université de Nantes et qui compte comme partenaires Bouygues Construction et LafargeHolcim. « Nous avons lancé en septembre 2017 l'impression en trois jours d'une maison de moins de 100 m², avec un ro-

- A**
- B**
- C**

A. L'imprimante InnoPrint 3D, à Nantes, en train de réaliser un prototype à échelle réduite d'un habitat d'urgence en polyuréthane.

B. La start-up francilienne XtreeE préfabrique en atelier avec une imprimante à bras robotisé.

C. Le Concept Yrys: la maison de demain du Groupe MFC intègre des poteaux extérieurs et un mur décoratif intérieur réalisés en impression 3D par XtreeE.

bot six axes monté sur un véhicule autoguidé fabriqué par BA Systèmes. Le robot est posé sur la dalle de béton et il s'oriente lui-même par un capteur laser pour imprimer l'ensemble de la maison», précise Nicolas Houssais, ingénieur gestion de projet à SATT Ouest Valorisation. Le robot extrude en un seul passage deux parois en mousse polyuréthane et coule du béton entre ces deux parois, fabriquant en une seule passe des murs avec une isolation thermique continue extérieure et intérieure.

En grandes dimensions

Créée en 2015 à Valenciennes, la société Constructions 3D a développé une machine hydraulique permettant de pomper du béton ou toute autre matière suffisamment fluide et de la déposer sous forme de cordons.

« Nous commercialisons pour réception fin 2017 un produit expérimental clé en main à 395 000 € HT accompagné d'une formation. Le package comprend l'imprimante, la buse avec sa tuyauterie, l'ordinateur servant à définir et à piloter le parcours de la machine. L'ensemble est packagé dans un container de chantier aménagé », détaille Antoine Motte, fondateur de Constructions 3D. Le modèle en cours de développement pourra imprimer sur 18,80 mètres de diamètre (270 m²) et sur 11 mètres de hauteur. Constructions 3D met en avant la résistance aux agressions extérieures de l'équipement de chantier utilisé. Certes, le résultat est moins précis, mais l'impression est plus rapide et en grandes dimensions. L'objectif est de pouvoir déployer un système automatisé dans les pays en développement où existent des besoins de construction à grande échelle de petites maisons fabriquées à moindre coût. Actuellement, le matériau utilisé est un ciment fibré et adjuvanté afin d'être fluide pour pouvoir être pompé tout en assurant une prise rapide. Cette technique doit permettre d'imprimer une maison de 70 m² sur 3 mètres de hauteur en moins de trois jours tout en allant à un quart de la vitesse maximale. Pour l'instant, des tests prometteurs ont été réalisés sur des pièces de taille réduite et la fabrication va démarrer avec des constructions de petites dimensions de type mobilier urbain ou local à vélos. L'industriel cherche également à développer son procédé pour des matériaux pouvant être fabriqués localement, comme le béton d'argile et la terre.

François Ploye



© Constructions3D

A. Constructions 3D a équipé d'un engin de chantier résistant aux agressions extérieures d'une tête d'impression 3D en béton.



B. La rhéologie du matériau doit être soigneusement étudiée et testée pour obtenir un béton fluide qui ne colmate pas la tête d'impression, mais qui, une fois déposé, prend suffisamment rapidement pour ne pas s'affaisser.



© Constructions3D