

10 Innovation

La construction à l'ère de l'automatisation

ROBOTIQUE Ils travaillent à moindre coût et plus précisément que des ouvriers. Ils utilisent aussi moins de ressources. D'incroyables robots constructeurs sont mis au point à Zurich et en Californie. Ils révolutionnent déjà l'industrie du bâtiment. Rencontre avec leurs inventeurs

JULIEN CALLIGARO

A quelques dizaines de mètres du mur entourant la vieille ville de Nuremberg (Bavière), l'Ecole Maria Ward paraît à première vue plutôt conventionnelle. Ses murs de bois ont pourtant été bâtis par un robot: une gigantesque machine de 56 mètres sur 11, comprenant sept axes ainsi qu'un instrument modulable permettant de changer d'outil selon les besoins. L'installation robotisée a pu traiter, couper, raccorder et attacher les nombreux composants de l'école sans qu'un humain n'intervienne.

Le robot à portique qui a réalisé cette prouesse est l'œuvre de ROB Technologies, une spin-off de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). En partenariat avec le groupe de construction Erne, elle a développé le logiciel de contrôle de la machine, permettant un lien immédiat entre les dessins d'ateliers et le contrôle robotique.

Automatiser l'industrie du bâtiment

Les robots constructeurs sont déjà parmi nous. Un peu partout, des pro-

En augmentant la précision du travail et en évitant les erreurs, la robotisation permet d'améliorer l'efficacité de la construction et de concevoir des structures plus complexes. Tout en utilisant moins de ressources et en réduisant la quantité de déchets produits. Démonstration avec le robot In Situ Fabricator, développé par Fabio Gramazio et son collègue Matthias Kohler. Cette machine est capable de produire une paroi courbée possédant un maillage très dense, de sorte que le mélange de béton incorporé par la suite ne s'échappe pas du coffrage. In Situ Fabricator construira la future maison des chercheurs du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche à Dübendorf (ZH). L'édifice servira, dès 2018, d'espace de vie et de travail pour expérimenter leurs inventions au quotidien.

Une maison pour 10 000 dollars

Autre avantage avancé par les fabricants de robots: une hausse de la productivité. ROB Technologies développe ainsi, en collaboration avec le Future City Laboratory de Singapour,

«L'impression 3D permet d'économiser jusqu'à 70% des coûts de construction de la structure par rapport à des techniques traditionnelles, indique Nikita Cheniuntai, fondateur de la start-up. Les coûts d'une telle maison s'élèvent à 10 000 dollars.»

«Plus d'humains sur les chantiers d'ici à 2050»

Nikita Cheniuntai entrevoit un grand potentiel pour l'impression 3D. Et se risque à des hypothèses: «Peut-être que les premières structures installées sur la Lune ou Mars seront réalisées par des imprimantes 3D mobiles...» Fabio Gramazio, à l'EPFZ, est plus réservé. «Il s'agit en effet de la technique la plus durable, mais elle n'est pas encore fonctionnelle. On ne verra pas de bâtiment imprimé en 3D avant cinquante ou cent ans.» Dubaï pourrait pourtant faire figure d'exception. Le dirigeant de la ville des Emirats arabes unis a lancé en 2016 une stratégie dont le but est de faire de la métropole un hub de l'impression 3D. Il souhaite notamment que 25% des bâtiments de la ville soient construits de cette façon d'ici à 2030.



jets visant à automatiser l'industrie du bâtiment voient le jour. Des chercheurs du MIT ont, par exemple, créé en début d'année un bras robotisé capable de construire une structure en forme de dôme de 15 mètres de diamètre en moins de quatorze heures. Dans la même veine, le robot Hadrian X, développé par la société australienne Fastbrick Robotics, découpe lui-même les briques pour qu'elles soient à la bonne taille, puis s'en saisit et les dépose au bon endroit.

Pourquoi l'automatisation du secteur du bâtiment intervient-elle bien plus tard que celle de l'automobile? «Les robots industriels construisent toujours les mêmes pièces pour les voitures, répond Fabio Gramazio, professeur d'architecture et de fabrication digitale à l'EPFZ. Impossible de faire la même chose pour la construction, car l'environnement de travail change constamment. On ne bâtit pas une maison de la même façon selon le site de construction, la culture ou le climat.» Il a donc fallu attendre que la numérisation soit suffisamment avancée pour réduire les coûts et la complexité de cette technique.

«Les machines auront toujours besoin d'humains pour être efficaces»

FABIO GRAMAZIO, PROFESSEUR D'ARCHITECTURE À L'EPFZ

un robot mobile effectuant la pose de carrelage «jusqu'à deux fois plus vite qu'un humain». «La machine doit être réapprovisionnée toutes les quarante-cinq minutes environ et a été pensée pour pouvoir travailler de façon autonome sur le site de construction», explique Tobias Bonwetsch, fondateur de ROB Technologies.

Construire plus vite et de façon plus efficace: tel est également le credo d'Apis Cor, une start-up basée à San Francisco. En mars dernier, elle a imprimé en trois dimensions une maison-test en Russie, en moins de vingt-quatre heures. La machine – qui ressemble à une petite grue – possède un axe sur lequel elle peut tourner à 360°.

L'arrivée des robots maçons annonce-t-elle la lente mort des métiers du bâtiment? Le groupe britannique de construction Balfour Beatty est catégorique: «Il n'y aura plus d'humains sur les chantiers d'ici à 2050. Leur rôle sera de gérer plusieurs projets en même temps en accédant à des données et à des visualisations 3D et 4D du site. Les seules personnes qui auront accès aux chantiers seront équipées d'exosquelettes robotisés.» Fabio Gramazio tempère: «Les machines auront toujours besoin d'humains pour être efficaces. L'environnement est beaucoup trop complexe pour s'en passer complètement. En revanche, les profils des travailleurs changeront: il y aura par exemple davantage de programmeurs.»

Balfour Beatty prédit également l'arrivée de drones sur les chantiers. Fabio Gramazio rejoint la société britannique sur ce point. «Imaginez: des centaines de drones virevoltant au-dessus d'un chantier, portant des pièces et les plaçant au bon endroit. Plus besoin de grues!»

La Suisse 4.0

«La technologie n'optimise pas l'architecture»



rapidement avec du préfabriqué. Par contre, si on pense que la technologie optimise l'architecture, on se trompe. L'architecte a accès à davantage d'informations en amont, il dispose d'une plus grande capacité de synthèse, mais son métier reste le même: il doit prendre des décisions qu'une machine ne peut pas prendre car il reste des éléments impossibles à quantifier et à paramétrer, comme la beauté ou l'harmonie. Cette partie-là reste intuitive, émotive, basée sur l'expérience. Ce métier ne va pas disparaître, l'intuition est encore centrale.

On parle beaucoup de robots qui construisent des immeubles, mais l'utilisation de la technologie dans la construction et dans l'architecture ne se limite pas à cela? Non, clairement pas. La technologie est déjà largement utilisée dans la domotique, qui permet l'automatisation de gestes du quotidien – gestion des stores, de la lumière, de la ventilation ou du chauffage – ou de systèmes de contrôle. Dans notre cas, c'est encore une autre forme d'utilisation de la technologie qui aide à la prise de décision. L'enjeu n'est pas seulement de produire de l'information, mais de la rendre facilement utilisable.

En quoi la technologie est-elle utile pour la durabilité des bâtiments que l'on construit? Elle a un potentiel très bénéfique. Elle permet de construire plus avec moins de matériaux et de mieux comprendre beaucoup d'éléments.

Mais elle peut aussi comporter un travers: on peut être tenté de se reposer sur la technologie pour compenser des manquements simplement parce qu'on ne s'est pas préoccupé de certains éléments en amont. Si on oriente mal une maison ou qu'on lui choisit des matériaux inappropriés, il sera possible de compenser les problèmes de surchauffe ou d'éclairage avec des moyens technologiques. Mais c'est une mauvaise décision qui entraîne un surcoût financier ou environnemental.

Avez-vous des exemples? Certains projets à Dubaï sont une caricature de ce problème: il n'est pas raisonnable dans un climat aride de construire des immeubles avec de grandes baies vitrées qui nécessitent ensuite beaucoup d'air conditionné pour lutter contre la chaleur, un non-sens qu'on ne retrouve pas du tout dans l'architecture vernaculaire, faite de petites ouvertures ombragées, de cheminées de ventilation, d'épaisseur des murs importante. Avant la technologie, il fallait réfléchir à l'économie des ressources par nécessité. Aujourd'hui, on a l'occasion de combiner le bon sens et les acquis avec des moyens technologiques sans précédent, mais qu'il faut utiliser à bon escient. ■

BÂTIMENT La technologie bouleverse la construction et l'architecture. Elle a un potentiel important pour la durabilité des bâtiments. Questions à Marilyne Andersen, professeure en technologies durables de la construction à l'EPFL

PROPOS RECUEILLIS PAR MATHILDE FARINE @MathildeFarine

Marilyne Andersen est professeure en technologies durables de la construction et doyenne de la Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit (ENAC) de l'EPFL. Elle est également cofondatrice de la spin-off Oculight dynamics sur le point d'être créée, qui proposera des services de conseil spécialisés en éclairage naturel, notamment avec le logiciel Ocu-Vis, qui représente et évalue la qualité de la lumière naturelle en fonction des besoins des occupants d'un bâtiment.

A quoi sert votre logiciel? A donner une information supplémentaire aux analyses d'éclairage naturel sur le potentiel de santé ou de bien-être, pour des constructions futures ou des rénovations. Il permet de savoir si l'environnement est plus sain en termes d'exposition à la lumière, plus excitant – et le lieu se prêterait alors plutôt à des activités sociales – ou calmant – plus propice dans ce cas à être un lieu de travail. Notre logiciel mesure le confort avec la quantité de lumière et le risque d'éblouissement. L'architecte peut mieux prendre ses décisions.

La numérisation change-t-elle le métier d'architecte?

Elle transforme la production architecturale, car on peut fabriquer différemment, en série, et

«Avant la technologie, il fallait réfléchir à l'économie des ressources»

La définition de la semaine

IMPRESSION 3D

L'impression en trois dimensions (3D) est une technique permettant de fabriquer des objets à l'aide d'une imprimante ad hoc, d'un fichier qui va servir de modèle et de matériaux qui peuvent être très variés. Il s'agit la plupart du temps de résine et de plastique, mais on peut aussi utiliser de l'argile, de la céramique, du métal voire de

la cire. Ces matériaux sont ensuite fondus et projetés pour créer des milliers de couches horizontales, imprimées l'une après l'autre. Au début, l'impression 3D était l'apanage des particuliers, mais très vite des utilisations professionnelles ont vu le jour. On imprime ainsi des parties de lanceurs de fusées ou des éléments de voiture en 3D. IT