



L'imprimante 3D au travail sur le pavillon prototype. © DR.



Projet dans l'Atlas marocain, où l'impression 3D permet la réalisation d'un tissu complexe d'enceintes et de cours, créant un microclimat à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. © IAAC

« L'impression 3D permet de se libérer du béton »

Edouard Cabay parie sur l'avenir de l'architecture en terre et des maisons bâties par des imprimantes robots. Un premier pavillon prototype vient de sortir de terre.

ENTRETIEN
DANIEL COUVREUR

Edouard Cabay a étudié l'architecture en Angleterre, avant de l'enseigner, en Espagne, à l'Institut d'architecture avancée de Catalogne (IAAC). Ce Bruxellois mène avec ses étudiants des recherches sur la création de maisons à partir d'imprimantes robotisées 3D. L'ambition est de bâtir demain des logements durables en terre. Son équipe vient tout juste d'aboutir un premier pavillon prototype. C'est la démonstration concrète du fait qu'il est possible de construire en terre, avec une imprimante 3D. Pour Edouard Cabay, il s'agit d'un véritable tournant dans la recherche. Techniquement, tout est prêt désormais pour envisager de construire des maisons dont la taille pourrait atteindre jusqu'à 500 mètres carrés.

L'architecte travaille depuis dix ans au centre de recherches de l'IAAC, où une vingtaine d'étudiants, venus de tous horizons, suivent un master en 3D printing architecture. Deux d'entre eux sont des architectes belges formés, pour l'un, à La Cambre, et pour l'autre, à Sint-Lukas. Dans le cadre de ce post-graduat, ils œuvrent sur des projets à dimension européenne. Edouard Cabay dirige la recherche sur les logements durables en terre, avec Alexandre Dubor, un ingénieur architecte français.

La terre de Catalogne n'est pas celle du Brabant : peut-elle réellement devenir un matériau universel ?

L'imprimante 3D utilise la terre récupérée dans le trou creusé pour les fondations de la maison. Après, il faut qu'elle contienne la juste proportion d'argile, qui est le ciment naturel de la terre. S'il y a trop d'argile, la terre se rétracte et cela provoque des fissures. Si elle en contient trop peu, elle s'effrite. L'idéal, c'est un pourcentage de 15 à 25 % d'argile et on le dose en conséquence. Ensuite, pour avoir une « bonne terre », on ôte les premiers 50 cm, trop chargés en matières organiques. On sèche alors la terre et on la

filtre pour enlever la pierraille. On la mélange à l'eau et on ajoute de la fibre végétale recyclable, comme le sisal ou l'écorce de riz. Puis, on injecte ce mélange de terre et de fibre dans un tube, relié à la tête de l'imprimante 3D. Un fichier informatique pilote la construction. L'avantage, c'est l'utilisation d'un matériau local. Cela permet de ne pas dépendre d'une carrière ni d'une usine à l'autre bout du monde. On travaille dans ce qu'on appelle « le kilomètre zéro ». Il n'est pas non plus nécessaire de modifier la chimie existante : la terre ne doit pas être chauffée à 1.200 degrés pendant des heures comme le ciment. Le gain énergétique est important.

La terre peut être utilisée partout, quel que soit le climat ?

La terre, il faut la comprendre, l'étudier. Elle est vulnérable à l'eau. Il y a différentes manières de répondre à ce problème. Il existe des bâtiments en terre de plusieurs centaines d'années au Mali. Mais ils font l'objet d'une maintenance annuelle : on rajoute une couche protectrice chaque année, un moment par ailleurs propice aux réjouissances locales et au vivre ensemble. Plus proche de la Belgique, à Genève, l'architecture en terre est également très présente mais avec des enduits de finition par-dessus. La composition des enduits peut être liée aux ressources locales et donc rester non standardisée. Dans certaines régions, de manière ancestrale, on avait, par exemple, recours à de la paille, à du sang de vache... Dans nos régions où la pluviométrie est plus abondante, la maison doit avoir « de bonnes bottes et un bon chapeau ». Cela implique de recourir à des toitures en bois débordant suffisamment loin pour que l'eau ne vienne pas éroder les façades en terre. Pour limiter les risques d'érosion, le premier mètre de mur peut être construit en pierre ou en ciment et l'on vient « s'asseoir dessus » avec de la terre. Il existe également des techniques vernaculaires efficaces. On peut, par exemple, casser le ruissellement, à l'image de ce que Marcel Rauch, la référence européenne pour la construction



Projet de Toulon, un habitat communautaire en terre, au Fujiang, en Chine, où l'impression 3D permet de concevoir la structure même de la construction comme un filtre climatique. © IAAC

garder la maison se construire toute seule. L'impression 3D permet de gagner du temps, d'économiser de la matière, d'optimiser l'épaisseur des murs en fonction des forces à supporter. Une façade exposée au nord ou au sud ne doit pas être isolée de la même manière. Tout cela peut être intégré facilement avec l'impression en 3D. Mais l'imprimante robotisée introduit surtout une immense liberté de formes dans les petits projets. Attention toutefois à ne pas générer des monstres d'architecture. Il faut être conscient des périls de cette invention, avant de pousser sur le bouton. Il est indispensable d'étudier les contraintes climatiques, spatiales, structurelles et d'y répondre

à travers de la validation des plans. C'est de la définition des fonctions que peuvent naître de nouvelles esthétiques. On travaille avec des robots mais cela ne gommara en rien l'étape de la quête de solutions architecturales spécifiques.

Au final, on peut aussi espérer une véritable économie sur le coût de fabrication et de main-d'œuvre ?

Il n'y a aucun doute que cette technologie ouvre la porte à des constructions plus économes. A la base, la terre est potentiellement gratuite. C'est un énorme avantage par rapport au béton. Après, ce n'est pas pour tout de suite. Le béton garde une meilleure résistance mécanique et une meilleure résistance à la pluie. La terre réclame plus de maintenance, tout en étant un matériau plus sain. A moyen terme, lorsqu'on prendra en compte l'empreinte carbone, l'équilibre basculera immédiatement en faveur de la terre. Or, dans les dix ans à venir, les critères d'empreinte carbone vont être intégrés dans les nouvelles normes de construction.

Cela va générer l'apparition de nouveaux métiers comme la modélisation en 3D, les experts en climatologie, en matériaux... On commence déjà actuellement à former à ces nouvelles compétences. Des emplois disparaîtront dans le béton mais d'autres naîtront ailleurs.



Un projet d'immeuble à appartements en terre, à Berlin, où l'impression 3D s'intègre en zone urbaine. © IAAC

en terre crue, a mis en évidence. Il bâtit en Autriche, où il pleut pas mal, en insérant des pièces en céramique tous les 20 cm dans les façades. Dans notre modèle d'architecture, l'imprimante en 3D superpose des courbes dans la façade, dont certaines sont légèrement plus excentrées et sur lesquelles on applique un plâtre naturel, composé d'argile et de jaune d'œuf, aux endroits les plus vulnérables. En étudiant l'incidence des pluies, on parvient à trouver le bon rythme de courbures pour protéger efficacement les façades. On utilise une technologie futuriste mais on travaille avec un matériau et des techniques ancestrales de construction passive, climatique, respectueuses des ressources. Tout cela existait avant même la naissance de l'électricité ! L'impression 3D permet de se libérer du béton.

Le mix entre l'imprimante 3D et la terre va permettre l'éclosion de nouveaux styles architecturaux ?

Nous collaborons avec l'entreprise italienne WASP, qui nous fournit l'imprimante. Ce nouvel outil va faire évoluer l'architecture. Il ne s'agit pas de simplement pousser sur un bouton et de re-



L'imprimante 3D introduit surtout une immense liberté de formes dans les petits projets. Attention toutefois à ne pas générer des monstres d'architecture. Il faut être conscient des périls de cette invention avant de pousser sur le bouton...

Edouard Cabay Architecte

