

D'un entrepôt de véhicules à une serre

En automne, une serre sous forme d'un dôme en bois sera installée en Belgique. Jusqu'ici, rien d'exceptionnel. Pourtant, il a quelque chose de particulier : issues d'un entrepôt de véhicules destiné à être démolì, les poutres en bois utilisées ne servaient pas à l'origine à faire pousser des plantes, mais à protéger des voitures des intempéries. Le groupe de recherche du Circular Engineering for Architecture Lab de l'EPFZ a rendu cela possible, montrant ainsi avec ce projet, à quel point les prétendus déchets, la numérisation et la protection du climat vont de pair.

Texte : Nadine Kammermann

Photos : Circular Engineering for Architecture Lab



Mais commençons par le début : le secteur de la construction est responsable de 39 pour cent des émissions de gaz à effet de serre mondiales. L'autoproduction d'électricité, le passage aux LED et le remplacement de systèmes de chauffage utilisant des énergies fossiles ont déjà permis de réduire de manière notable les émissions de bâtiments. Cependant, les émissions grises ont été négligées jusqu'à présent : les matières premières sont extraites puis transportées pour servir à la construction et à l'entretien de

bâtiments destinés un jour à être démolis. Ces processus jouent un rôle non seulement au niveau climatique, mais aussi au niveau écologique et social. Chaque année, 40 milliards de tonnes de sable sont par exemple extraites car le sable du désert est trop fin pour la fabrication du béton. L'appauvrissement de la biodiversité constitue l'une des conséquences. Sans oublier que notre conception actuelle de la construction entraîne un problème de déchets : en Europe, 30 pour cent des déchets proviennent

du secteur de la construction. À quoi cela est-il dû ? « Nous vivons aujourd'hui dans une économie de type linéaire, dans laquelle les ressources sont extraites et utilisées pour fabriquer des matériaux de construction qui sont finalement éliminés », déclare Catherine De Wolf, professeure assistante au département de la construction, de l'environnement et de la géomatique de l'EPFZ. Le groupe de recherche du Circular Engineering for Architecture Lab a conçu et construit un dôme en bois de réemploi. Comme



le souligne Catherine De Wolf, le nom du groupe en dit long sur ses objectifs : « Au lieu d'une approche linéaire, nous avons besoin d'un modèle d'économie circulaire axé uniquement sur des ressources renouvelables, dans le cadre duquel nous utilisons nos bâtiments le plus longtemps possible, les réparons puis réutilisons les matériaux de construction. Un recyclage des matériaux ne doit avoir lieu qu'en dernier ressort. » Le réemploi consiste à réutiliser l'élément dans sa globalité, p.ex. l'ensemble du cadre en bois, de la

poutre métallique ou de la dalle en béton. Par rapport au recyclage, cela permet des économies d'énergie plus importantes et une meilleure préservation des ressources. Le recyclage consiste quant à lui à réintroduire des déchets après traitement dans le cycle de production, en ramenant un composant à sa matière première. On obtient ce que l'on appelle un « recyclage dévalorisant » (downcycling) : une refonte d'acier de construction permet par exemple d'obtenir de l'acier liquide. Les éléments en bois, tels que

Le groupe de recherche du Circular Engineering for Architecture Lab (de gauche à droite : Deepika Raghu, Matthew Gordon, Catherine De Wolf et Brandon Byers) mène des recherches sur l'avenir de la construction.

les encadrements de fenêtres, se transforment quant à eux en panneaux de particules.

FAIRE DU NEUF AVEC DU VIEUX

« C'est dommage, car quelqu'un a mis beaucoup d'énergie et de travail dans la fabrication de ce composant —//

en particulier», ajoute la professeure et indique ainsi une raison supplémentaire, qui amène son groupe de recherche à se pencher sur le réemploi. Les matériaux de construction utilisés pour le dôme en bois proviennent d'un ancien entrepôt de véhicules qui existait autrefois dans le canton de Genève. En octobre 2021, les chercheurs ont pu prélever les éléments de l'ancien bâtiment et les amener à Zurich. Cela leur a permis de se rendre compte par eux-mêmes des difficultés liées à une construction «seconde-main»: Comment garantir que la fin de vie du bâtiment A et le début de la construction du bâtiment B coïncident? Comment faire parvenir les matériaux de construction au bon endroit? Dans le

1 Les matériaux de construction proviennent d'un chantier de démolition.

2 Plus aucune confusion possible car chaque élément est doté d'un code unique.

3 Des méthodes numériques et du muscle pour transformer des matériaux de démolition en un dôme en bois.

cas du groupe de recherche, la réponse était la suivante: à l'aide d'un fourgon permettant de transporter les poutres de sept mètres de long. Et comment être sûr que toutes les personnes impliquées reçoivent les informations nécessaires, afin que les matériaux puissent être réutilisés?

COMMENCER PETIT ET OSER PLUS GRAND

Ce projet montre clairement qu'il est déjà difficile de répondre à de telles questions à petite échelle: certaines poutres en bois prévues pour le dôme sont soudain devenues introuvables. Stockées devant l'atelier de l'EPFZ pour des raisons de place, elles ont probablement été considérées comme des déchets et éliminées. Les projets de construction constituent souvent des défis tout aussi divers que complexes, auxquels se consacrent différentes personnes de différentes disciplines. C'est la raison pour laquelle le réemploi n'a lieu qu'à petite échelle. «À l'heure actuelle, il s'agit d'un créneau hautement spécialisé. Souvent, il s'agit d'une personne «faisant la chasse» aux matériaux. Cela veut dire que la personne concernée contacte tous les membres de son réseau pour voir s'il existe des matériaux qui peuvent être

utilisés dans de nouveaux projets», explique l'ingénieure-architecte. Même s'il existe des entreprises spécialisées dans les matériaux de construction d'occasion, la pratique actuelle voulant que la déconstruction soit réservée à des spécialistes et que le stockage des matériaux soit payant engendre des coûts élevés. À grande échelle, dans l'ensemble du secteur de la construction, le défi devient autrement plus complexe. Le dôme joue ainsi le rôle de laboratoire, en vue de tester ce qui est nécessaire à une construction en économie circulaire, également à grande échelle:

- des informations indiquant quand et où des matériaux de construction sont réutilisables
- des méthodes de collecte d'informations sur les matériaux de construction préalables à la démolition du bâtiment
- un démontage et un tri rapides et intelligents des matériaux de construction
- une répartition efficace et transparente des matériaux de construction, en permettant leur identification, leur suivi et leur commercialisation
- une évolution de la perception des bâtiments



ÉVOLUTIVITÉ GRÂCE À DES MÉTHODES NUMÉRIQUES

Les points de rattachement de méthodes numériques sont nombreux. L'utilisation de l'apprentissage automatique (Machine Learning) sur des données de Google Street View, des données cadastrales ou des photos peut permettre de prévoir des matériaux de construction et donc de savoir quand et où le réemploi de tels matériaux sera possible. Pour des bâtiments concrets, des scanners Lidar, un procédé de scan laser 3D d'un environnement, associés à des visualisations sur ordinateur, permettent d'établir un inventaire avant la démolition. Des robots intelligents permettent un tri automatique, chaque élément de construction étant finalement identifié pour qu'une recherche soit possible dans des bases de données. Ce qui ne semble être qu'une musique d'avenir est déjà une réalité quotidienne pour le groupe de recherche. D'autres aspects de la fabrication numérique font déjà l'objet de travaux de recherche à l'EPFZ.

Brandon Byers, doctorant et membre du groupe, a créé une plateforme en ligne dédiée aux éléments du dôme. Chaque élément ayant été transporté de Genève à Zurich pos-

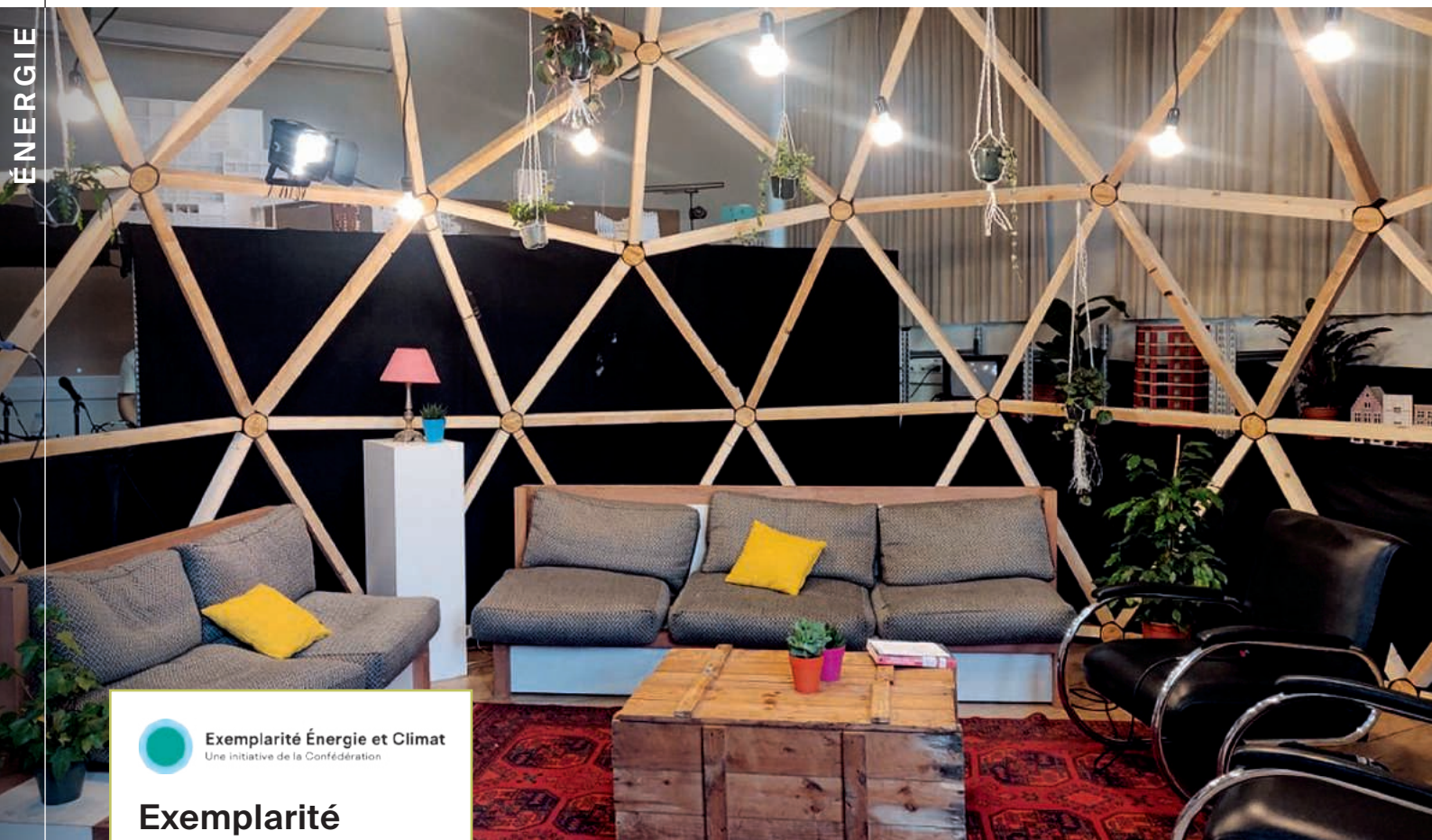


« Édifier un bâtiment à partir de matériaux réutilisés demande bien sûr plus de créativité. Un designer doit être flexible et adapter le design aux matériaux disponibles. »

CATHERINE DE WOLF

Professeure assistante spécialiste en Circular Engineering for Architecture à l'EPFZ





Exemplarité Énergie et Climat
Une initiative de la Confédération

Exemplarité Énergie et Climat

L'initiative Exemplarité Énergie et Climat est une mesure de la Stratégie énergétique 2050. Elle s'adresse aux principaux fournisseurs suisses de prestations d'intérêt public qui souhaitent agir de manière innovante et exemplaire dans le domaine d'énergie. En signant une déclaration d'intention, ils s'engagent à contribuer à la mise en œuvre de l'Accord de Paris sur le climat de 2015. Les acteurs améliorent continuellement leur efficacité énergétique et en passant de manière conséquente aux énergies renouvelables. Ils communiquent de manière transparente sur l'atteinte de leurs objectifs et partagent leurs expériences, afin que d'autres entreprises et organisations puissent en profiter. L'initiative réunit actuellement les acteurs suivants: le domaine des EPF, Flughafen Zürich AG, Genève Aéroport, La Poste, CarPostal, PostFinance, RUAG MRO Holding SA, CFF, SIG, Skyguide, SSR, Suva, Swisscom, le DDPS et l'Administration fédérale civile.

www.exemplarite-energie-climat.ch

sède un code QR renvoyant à une entrée sur la plate-forme en ligne. Dorénavant, les confusions sont évitées car chaque élément en bois est muni d'un code unique. D'une manière globale, cela signifie que chacun peut voir quels matériaux de démolition sont disponibles à quel moment. La date d'installation, les dimensions et des informations sur la qualité peuvent être enregistrées et mises à jour. Ceci n'est pas seulement intéressant pour les architectes: d'après le doctorant, «le libre accès aux informations concernant les éléments d'un bâtiment permet également d'en savoir plus sur l'histoire de ce dernier».

UNE PLANIFICATION EN SOUPLESSE

L'importance de la collecte d'informations est déjà visible à petite échelle avec le dôme. À l'origine, des tuyaux en plastique provenant de Genève, autrefois utilisés comme conduits d'eau, étaient prévus pour la jonction entre les poutres en bois. Cependant, les tuyaux, dont les propriétés étaient méconnues, se sont déformés plus que prévu sous la contrainte dans le dôme. La solution: des rondelles en panneaux de particules, eux aussi de Genève, fraisés sur mesure à l'aide d'une machine commandée par ordinateur et introduites dans les anneaux en

plastique. «Le dôme est ainsi non seulement plus stable, mais aussi plus esthétique», explique Deepika Raghu, chargée de la mise en œuvre de cette partie du projet. L'utilisation de matériaux d'occasion nécessite de faire preuve de créativité: «Édifier un bâtiment à partir de matériaux réutilisés demande bien sûr plus de créativité. Un designer doit être flexible et adapter le design aux matériaux disponibles. Le processus de design doit être revu d'un bout à l'autre. Dans la foulée, il faut faire face à l'intransigeance du droit de la construction», déclare la chercheuse belge.

La forme en dôme n'est pas le fruit du hasard, mais d'un ordinateur. Le dôme en tant que structure de base associée à des triangles est considéré depuis toujours comme étant efficace en termes d'espace et d'énergie, tout en étant stable. Le doctorant Matthew Gordon a programmé un algorithme pour la planification: «L'objectif visé était de concevoir le programme de manière à ce qu'il ne découpe pas les plus grosses poutres en petits morceaux et que les déchets soient réduits au minimum.» À partir du stock de bois disponible, le programme a calculé la géométrie et la taille optimales du bâtiment. Le matériau est ainsi utilisé le plus efficacement possible.

Polyvalent, le dôme en bois peut par exemple servir de station de radio-télévision.

DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

Jusqu'à présent, l'utilisation de telles approches s'avère être plus simple pour des éléments non porteurs dans des bâtiments de petite taille. Toutefois, des chercheurs comme ceux du Circular Engineering for Architecture Lab planchent sur des applications à grande échelle, en développant par exemple des méthodes numériques. En principe, une réutilisation est possible quel que soit l'élément, tant qu'il est démontable, non toxique et encore en bon état. Des connections réversibles facilitent le démontage, les éléments vissés étant nettement plus faciles à réutiliser que ceux soudés. Cependant, l'idée du design reste notamment prépondérante: «Si des designers planifient un bâtiment en ayant une stratégie pour sa fin de vie en tête, la quantité de matériaux qu'on peut réutiliser en économie circulaire est beaucoup plus importante que lorsque des bâtiments sont considérés comme des plastiques jetables», constate Catherine De Wolf. Une application, qui met en relation les matériaux de construction de réemploi, les bâtiments et les personnes d'après le prix, le lieu et d'autres paramètres, est nécessaire à cet effet. «Des outils numériques sont déjà en cours d'utilisation dans d'autres secteurs, et ce de manière efficace. Il nous faut concevoir des algorithmes adaptés au secteur de la construction, en vue de réunir l'offre et la demande. Ceci permettra aux propriétaires, aux occupants, aux designers, aux sous-traitants et aux travailleurs de collaborer sur toute la chaîne de valeur.»

Et le dôme en bois? À l'image des éléments qui le composent et grâce à son système modulaire, il a plusieurs vies. Après sa construction à Zurich, il a été transporté en Belgique, où il a servi de station de radio-télévision à Gand, grâce à l'initiative gouvernementale Vlaanderen Circulaire. Il a ensuite servi de salle de réunion devant l'hôtel de ville d'Ostende pendant l'été. Sa vie suivante devrait débuter en automne sous forme de serre. □

ALVA EST **ESY**, CAR ELLE MET INTELLIGEMMENT EN RÉSEAU L'ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

NOUVEAUTE! BORNES LUMINEUSES 700/100
AVEC DÉTECTEUR DE MOUVEMENT



LUMINAIRES EXTÉRIEURS À LED ROBUSTE DANS DE MULTIPLES VARIANTES

Bornes lumineuses grandes, petites et compactes avec rayonnement lumineux de 360° ou 180°, option de raccordement par bus DALI et intégration de détecteur de mouvement. Des éclairages muraux, de plafond ou de numéro de maison, ainsi que des Up-/Downlights avec trois faisceaux différents complètent la série. Les variantes robustes de la série **ALVA**, dotées de boîtier en aluminium résistant aux projections salines, permettent de nombreuses possibilités de mise en scène pour chaque concept d'éclairage en extérieur.

PERFORMANCE FOR SIMPLICITY

ESYLUX Swiss SA | info@esylux.ch | www.esylux.ch