

# JONCTIONS MÉTALLIQUES

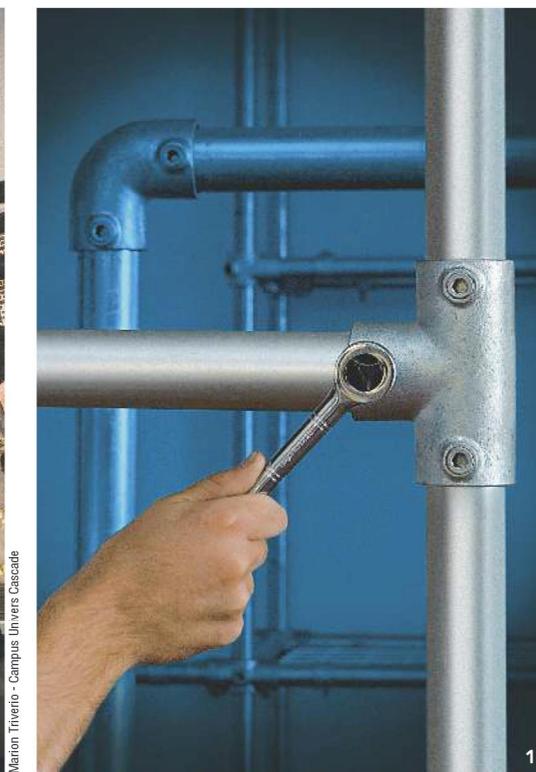
Depuis la technique de rivetage à chaud popularisée par l'ingénieur Gustave Eiffel au XIX<sup>e</sup> siècle et utilisée pour la pose des 2,5 millions de rivets de la Dame de fer, les assemblages métalliques ont fait du chemin. Aujourd'hui, les concepteurs, maîtres d'œuvre et fabricants cherchent à s'affranchir des soudures pour simplifier les mises en œuvre et offrir davantage de réversibilité. Ils limitent également l'emploi de vis et de boulons dans les fixations mécaniques, dans une optique de gain de temps et d'économie de matière. La com-

## MATÉRIAU THÉQUE

binaison des atouts de la filière sèche – préfabrication, rapidité de montage, modularité, démontabilité... – et l'évolution des procédés numériques stimule la créativité architecturale et optimise les process, en atelier comme sur le chantier. Réalisés en acier galvanisé, autopatinable ou thermolaqué, ces systèmes d'emboîtement, de serrage et de manchonnage pour clavettes, nœuds et autres connecteurs génèrent une multiplicité d'expressions formelles, dans des domaines d'application aussi divers que des éléments de mobilier ou des charpentes d'envergure.

Margotte Lamouroux

## MODULARITÉ, DÉMONTABILITÉ, RÉSISTANCE : LES SOLIDES ATOUTS DU MÉTAL

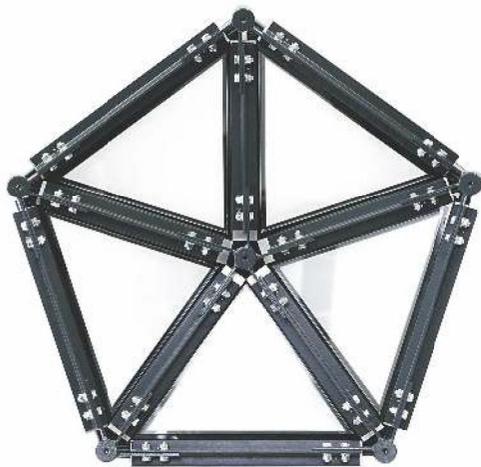


La flexibilité proposée par les structures et les assemblages métalliques industrialisés se prête particulièrement aux programmes événementiels et de petite échelle. Pour la scénographie de l'exposition annuelle «Galeristes» à Paris, Dominique Perrault et Gaëlle Lauriot-Prévoist ont exploité la polyvalence de la gamme Super 1-2-3, en créant des modules adaptés à chaque usage : étagères, alcôves, réserves, bibliothèques, murs de présentation (7). Ce système de rayonnage en acier galvanisé entièrement emboîtable conçu par le groupe Metallsistem offre des montants perforés d'un pas vertical de 33 mm, sur lesquels se connectent, sans boulons ni vis, les lisses, les entretoises, ainsi qu'une variété d'accessoires standardisés. Apprécié des architectes, le procédé personnalisable Haller, de la société USM, composé de tubes d'acier chromés connectés par des sphères, est davantage destiné à l'ameublement, avec ses étagères, ses casiers et ses présentoirs sur mesure. Une nouvelle série fait dorénavant transiter le courant électrique par l'armature même des meubles et intègre luminaires et chargeurs USB dans les éléments cylindriques. Les raccords en fonte Kee Klamp, en forme de tés, de coudes, d'angles, de croix ou d'anneaux, autorisent de nombreuses configurations de structures tubulaires, du mobilier jusqu'aux aménagements extérieurs (1). Celles-ci résistent à de fortes contraintes, tant en pression qu'en traction, pour servir les pratiques acrobatiques des terrains de parkour. Les structures légères praticables constituent également un terrain de jeu pour les concepteurs, qui s'amusent à détourner des éléments génériques du commerce. Pour la macro-tente Superpausée, l'équipe du collectif Vous a remplacé les traditionnels sardines et piquets de camping par des tubes d'acier

galvanisé manchonnés les uns aux autres et levés à la force des bras (6). L'architecte et plasticienne Inessa Hansch a développé une élégante grille tridimensionnelle de 3,70 m à partir de poteaux en acier laqués blancs de section carrée pour les passerelles du campus de Belval au Luxembourg, qui font à la fois office de belvédères et d'alcôves (3). L'assemblage à sec par boulonnage de tous les éléments constructifs et du second œuvre, y compris les planchers béton et les panneaux séparatifs en résine, rend les édifices transportables et réutilisables.

### Spatialités complexes

La légèreté, la rigidité et la résistance des jonctions métalliques leur procurent de solides atouts dans la recherche des formes libres et des géométries complexes. Le système Ortz, qui inclut la conception, la fabrication, ainsi que le montage des pièces, se compose de barres et de nœuds aux orifices filetés, reliés entre eux selon des axes multidirectionnels. L'entreprise Lanik intègre ses propres outils numériques pour optimiser la géométrie structurelle de ces charpentes de grande portée, comme la couverture du musée Aeroscopia à Blagnac, conçu par l'agence d'architecture Cardete Huet (10). Les treillis autoportants tels que les dômes géodésiques font également l'objet de connexions soignées, avec des pièces en forme de U, de C ou de H pour joindre les entretoises. T-star, du fabricant scandinave VikingDome (5), est une gamme de composants profilés en étoile découpés par une machine à commande numérique, qui résistent à des charges structurelles élevées pour réaliser tous types de bâtiments, notamment industriels. Le département d'architecture de l'université de Buffalo a développé un



2



1

**KEE KLAMP**  
ASSEMBLAGE  
DIRECT

Ce dispositif de structure tubulaire modulaire est particulièrement apprécié des amateurs de parkour, à la recherche d'équipements évolutifs, au dressage et à la dépose rapides, pouvant supporter de fortes contraintes. Les vis de fixation se positionnent à l'aide d'une simple clé hexagonale au nu des connecteurs en fonte, ce qui évite toute aspérité pouvant provoquer des blessures.

2

**T-STAR**  
VIKINGDOME

Popularisées par Buckminster Fuller, les coques sphériques en treillis, composées généralement de faces tétraédriques ou octaédriques, reposent sur un système de nœuds et de barres. Le procédé T-star propose des profils en forme d'étoile qui peuvent relier des entretoises en acier, en aluminium ou en bois lamellé-collé pour former des dômes géodésiques de grandes portées.

3

**STRUCTURES LÉGÈRES**  
(UNIVERSITÉ  
DE LUXEMBOURG)

INESA HANSCH / GARDULA  
Conçus par l'architecte Inessa Hansch avec le bureau d'études Bollinger+Grohmann, ces modules d'ossatures métalliques laquées blanches de 3,6 x 3,6 x 3 m composent des passerelles et des belvédères qui offrent des points de vue et des espaces de rassemblement aux usagers du campus de Belval. Leur aspect industriel renvoie à la mémoire du site et son ancienne aciérie.

4

**SIMS**  
JIN YOUNG SONG /  
UNIVERSITÉ  
DE BUFFALO

Le système autoportant SIMS (Snap-Interlock Module System) se base sur l'instabilité élastique de l'acier et répartit les forces grâce à son mécanisme d'empilement à enclenchement rapide qui le rend facile à monter. Deux prototypes en forme d'arc, constitués de modules à quatre 3D, ont été montés à la main et offrent de multiples possibilités de combinaisons géométriques.

5

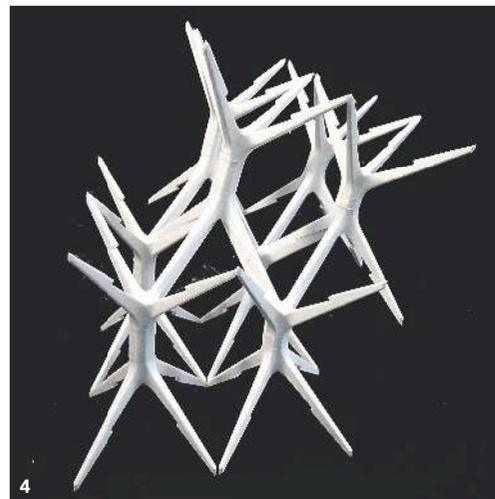
**SITE ARCHÉOLOGIQUE  
ECCLESIA**  
(LUXEUIL-LES-BAINS)  
MALCOTTI ROUSSEY

La charpente de cet abri archéologique a été mise en œuvre par l'entreprise de métallerie Obliger et dessinée par l'agence d'architecture Malcotti-Roussey et le bureau d'études Cetel. La découverte d'une nouvelle aire de fouilles pendant les études a augmenté la surface à couvrir et a conduit à l'emploi de l'acier Corten à la place du bois prévu au concours afin d'affiner les sections de la couverture structurelle.

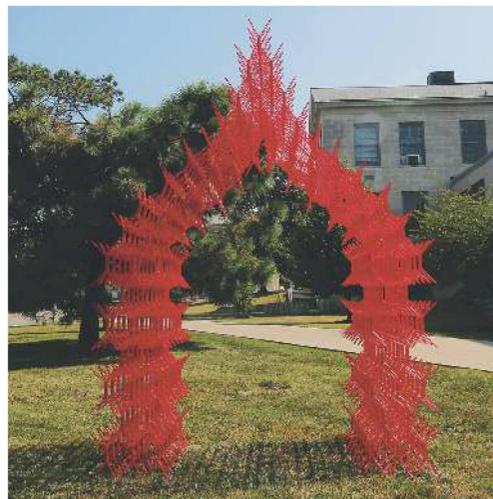


Photos Maxime Delvaux

3



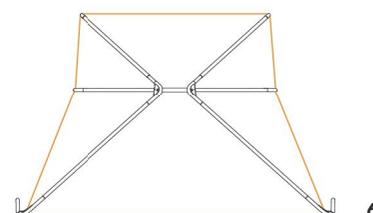
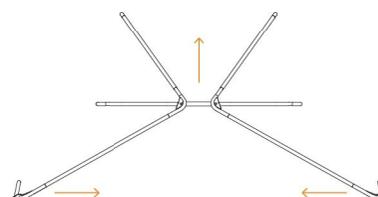
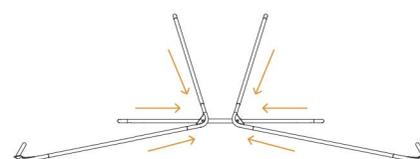
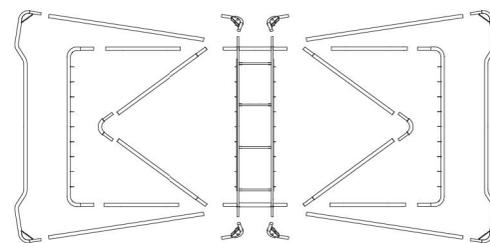
4



5



Nicolas Wallefaugle



prototype de structure basé sur l'empilement et la répétition d'un module d'assemblage unique, poursuivant les expérimentations de l'ingénieur allemand Konrad Wachsmann dans les années 1960. Imprimés numériquement selon un dessin de fentes et de crochets, les éléments du Snap-Interlock Module System (SIMS) s'enclenchent mécaniquement les uns aux autres pour modeler ossatures, supports de façade et autres installations flexibles (4). « Les progrès des outils numériques dans la fabrication de l'acier accélèrent ses nouvelles utilisations. note l'architecte Jin Young Song, directeur de l'équipe de recherche de l'université de Buffalo et directeur de l'agence américano-coréenne Doinno Architecture PLLC. Contrairement au principe conventionnel du poteaux-poutres, la construction avec le modèle SIMS ne nécessite ni soudage ni boulonnage, et donc moins de main-d'œuvre. Elle peut être effectuée de manière rapide par un seul ouvrier. »

### Découpe de pièces uniques

Si certains concepteurs cherchent à industrialiser les process, d'autres s'approprient les procédés numériques pour réinterpréter, à travers une démarche artisanale, les savoir-faire de la ferronnerie et de la serrurerie. « Mon attrait pour le métal vient certainement du fait que j'ai effectué mes études sous une charpente Prouvé. Le développement des assemblages métalliques, qui a bénéficié de l'intelligence, de l'ingéniosité et du savoir-faire de ce dernier, se poursuit aujourd'hui à travers la technologie de la découpe plasma, qui permet par exemple de s'affranchir de toute soudure », explique l'architecte Michel Malcotti (Malcotti Roussey architectes). Pour l'abri archéologique Ecclesia à Luxeuil-les-Bains

(Haute-Saône), il a imaginé avec ses collaborateurs une charpente en acier autopatinable composée de demi-fermes préfabriquées, d'une épaisseur de 15 à 22 mm, dont les jonctions par boulonnage ont été rendues invisibles grâce à la finesse du dessin (2). Fondée par deux artisans ferronniers, l'entreprise grenobloise Rondcarré conçoit des escaliers au système de montage « zéro soudure, zéro électricité, zéro quincaillerie ». La technique brevetée dite du « CarréFrappé » consiste à sertir, à l'aide d'un marteau fourni, des rivets directement intégrés aux plaques mâles et femelles formant les marches découpées au laser (9). Les pièces numérotées reçues en kit, dont aucune n'excède 10 kg, se préassemblent grâce à un gabarit provisoire en panneaux OSB et un système de clavettes amovibles, pour un temps d'installation d'une demi-journée à deux personnes novices. Les architectes de l'agence Simon et Capucine ont choisi pour le système constructif d'une maison individuelle à Wimereux (Pas-de-Calais) un poteau en bois rond de 30 cm de diamètre à peine équarri (8). Une ferrure en âme sur mesure a été nécessaire pour absorber la variation dimensionnelle du tronc et accueillir autour de ce dernier les arbalétriers en bois rayonnant.



Tiago Madeira  
7



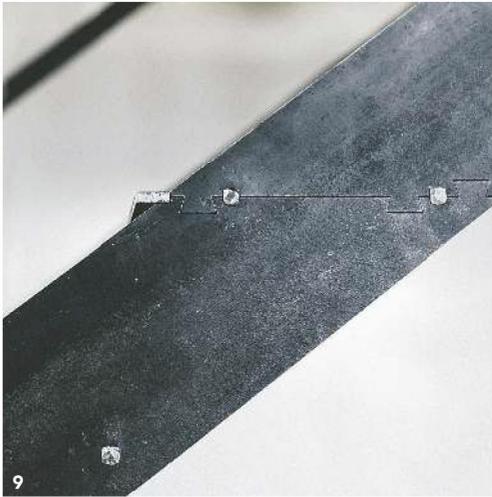
6  
**TENTE SUPERPAUSÉE (PLOEMEL)**  
**COLLECTIF VOUS**  
Cet exosquelette aux tubes d'acier de 10 cm de diamètre, dont les éléments portables se montent à l'aide de clés plates et d'un palan, génère à 80 cm du sol un espace suspendu de deux niveaux, totalisant une surface de plus de 40 m<sup>2</sup>. Ode décalée au camping, cette tente est lauréate des Trophées Eiffel 2020.



8



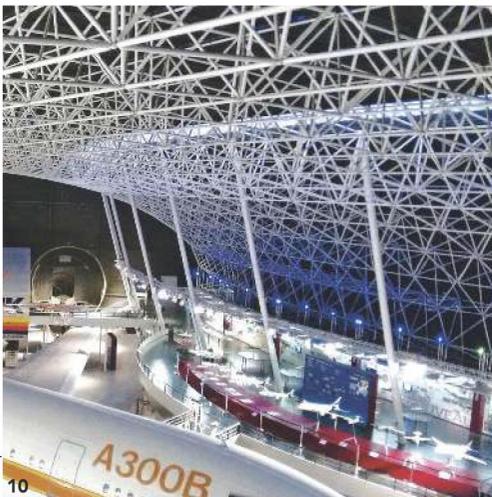
7  
**SUPER 1-2-3**  
**DPA / METALSISTEM**  
Les étagères en acier galvanisé de la gamme Super 1-2-3 de chez Metalsistem s'assemblent sans boulon, ni vis, ni soudure. Dominique Perrault et Gaëlle Lauriot-Prévost les ont utilisées pour la scénographie de l'exposition annuelle « Galeristes », au carreau du Temple à Paris. Démontables, les modules sont conservés après chaque édition et réemployés l'année suivante.



Photos Renaud Menoud  
9



8  
**MAISON INDIVIDUELLE (WIMEREUX)**  
**SIMON & CAPUCINE**  
Cette ferrure en âme revêtue d'une peinture antirouille a été conçue par les architectes de l'agence Simon et Capucine avec le bureau d'études B.A. Bois et réalisée aux dimensions voulues par l'entreprise de serrurerie Eurascal. Le connecteur métallique, composé de plaques d'acier découpées au laser et soudées entre elles, a été vissé au tronc structurel après la pose des arbalétriers, maintenus par boulonnage.



Aeroscopia  
10



9  
**CARRÉFRAPPE**  
**ESCALIERS**  
**RONDCARRÉ**  
Les escaliers Rondcarré, droits, à quart-tournant, asymétriques, balancés ou avec paliers, sont conçus sur mesure à l'aide d'outils numériques, fabriqués en circuit court et livrés en kit avec un guide de montage. Leur système d'assemblage par rivet permet la fixation définitive de toutes les pièces en connectant les marches aux limons.

10  
**ORTZ**  
**LANIK**  
Ce système composé de tubes et de sphères en acier aboutit à des solutions structurelles clés en main pour des ouvrages de grande portée. A Blagnac, une couverture tridimensionnelle en acier thermolaqué blanc de 500 t a généré un vaste espace libre de tout porteur, pour accueillir de volumineux avions au sein d'un musée réalisé par les architectes Cardete et Huet.