

02/22 steeldoc

Acier combiné avec de ...
la brique



Éditorial



Le principe du voûtain d'origine prussienne transféré au XXI^e siècle : la « Brick Vault House » près de Valence (ES) se caractérise dans l'espace par la combinaison d'une structure en acier légère et de voûtes en briques plates posées sur les poutres.

L'association des constructions en acier et des briques ne date pas d'hier : ce type de construction comptait parmi les solutions couramment utilisées pour les bâtiments industriels du XIX^e au milieu du XX^e siècle. Si les exigences relatives à l'aspect de l'édifice étaient plus strictes, on cachait généralement la construction par d'épaisses couches d'enduit. Cependant, la combinaison apparente est attrayante, et nous allons aujourd'hui vous montrer comment ces deux matériaux et leurs différentes propriétés se complètent bien.

En Espagne, les concepteurs d'une maison ont eu recours à une construction classique. Ils ont utilisé le principe du voûtain d'origine prussienne, très répandu au XIX^e siècle dans les caves, les usines et les écuries : poser sur des murs porteurs des doubles poutres en T ou en I qui servent de support à de petites voûtes en briques. Ce type de construction était venu remplacer les plafonds de poutres de bois, courants autrefois, dont la capacité portante était plus faible et qui résistaient moins bien au feu et à l'humidité du fait même du matériau utilisé. Les plafonds avec des voûtes en berceau segmentées ont eux-mêmes été remplacés par des plafonds plats en béton armé au début du XX^e siècle, notamment pour des raisons de logistique de la construction et de coûts. Située non loin de Valence, la « Brick Vault House » permet de redécouvrir cette technique ancienne : elle se compose d'une structure en acier tridimensionnelle dans laquelle sont insérées des voûtes en briques de différentes largeurs. La construction visible permet aux espaces intérieurs et extérieurs de se fondre les uns dans les autres et confère à la maison une atmosphère unique (lire p. 4).

Dans le surprenant projet réalisé à Matamoros, au Mexique, les concepteurs ont eu pour leur part recours à un principe connu et éprouvé : le remplissage en maçonnerie d'une structure en acier. 17 éléments coniques massifs semblent littéralement planer au-dessus du marché situé dans un quartier peu privilégié de cette petite ville. Les cônes ont été construits à partir d'une fine ossature métallique remplie de briques. Le tout crée un espace ouvert mais protégé, bénéficiant d'un apport d'air et de lumière adapté au climat et parfaitement équilibré (lire p. 18).

La technique du remplissage – avec des blocs de béton creux cette fois – marque également le logement-atelier situé dans la campagne brésilienne près de Nova Lima. L'objectif de ce projet était de se limiter à l'essentiel : un bâtiment d'utilisation flexible dont les matériaux et éléments de construction sont utilisés efficacement et strictement séparés les uns des autres selon leurs durées de vie. Le résultat : une maison durable malgré sa surface généreuse (lire p. 14).

Enfin, l'histoire de « La Lleialtat Santsenca » à Barcelone montre que l'acier peut aider à préserver certains bâtiments historiques. Ici, la maçonnerie a été complétée par des profilés métalliques assurant sa résistance. Enrichie de nouvelles constructions en acier, l'ancienne coopérative ouvrière des années 1920 est ainsi devenue, après des années de délabrement, un lieu moderne de convivialité de quartier (lire p. 9).

Isabel Gutzwiller vous souhaite une lecture inspirante.

Une construction de briques et de cônes

Maître de l'ouvrage

Ministère mexicain de l'agriculture, de l'aménagement du territoire et du développement urbain

Ingénieur structure

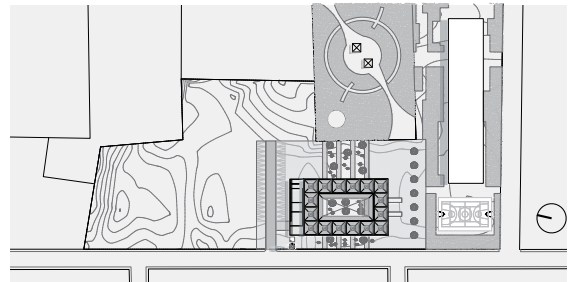
Gabinete de Ingeniería de Estructuras Especiales

Architectes

Colectivo C733 / Faculté d'architecture de l'Université nationale autonome du Mexique

Achèvement des travaux

2020



Situation, échelle 1:4500.

La construction bien lisible du nouveau bâtiment abritant le marché de Matamoros, au Mexique, montre comment une association simple de l'acier et de la maçonnerie permet de valoriser l'aménagement urbain.

Lorsqu'en 2018, Andrés Manuel López Obrador, l'actuel président du Mexique, a pris ses fonctions présidentielles de six ans non renouvelables, le domaine d'action prioritaire de l'administration fédérale était fixé, encore bien loin de la pandémie et de ses graves conséquences. Le «Programa de Mejoramiento Urbano», programme d'amélioration urbaine dit PMU avait par exemple été défini comme l'un des 25 projets à traiter en priorité et avait reçu le financement nécessaire. Le PMU, prévu pour six ans également, est un projet placé sous la responsabilité du ministère de l'agriculture, de l'aménagement du territoire et du développement urbain (Sedatu) qui doit être mis en œuvre dans cent villes mexicaines. Parmi ses objectifs principaux : la promotion de zones défavorisées au niveau du développement urbain grâce à des mesures dans les domaines de la construction résidentielle, de l'infrastructure, des services de

base, des espaces publics, de la circulation, de la sécurité et de la régulation du paysage. Il s'agit d'un projet remarquable car il constitue quasiment un demi-tour par rapport à la politique précédente qui promouvait en priorité les zones touristiques au détriment des régions périphériques. De plus, ce projet est en mesure de rendre à l'ingénierie et à l'architecture un rôle majeur dans l'organisation de la société dans ces régions.

Les différents projets de ce programme, plusieurs centaines d'ici 2024, doivent d'une part être réalisés avec des circuits de décision et des durées de réalisation courts et d'autre part être transposables à un maximum de régions du pays grâce à la simplicité de leur conception. Un premier volet du programme a été mis en œuvre par le gouvernement en 2019 dans le nord du pays. Le Sedatu a décidé de com-

Le marché de Matamoros se caractérise par ses formes géométriques claires et les trois matériaux que sont les briques, l'acier et le béton. La structure simple permet d'améliorer l'architecture et l'aménagement urbain de ce quartier défavorisé.



mencer dans le nord après avoir constaté qu'il s'y trouvait de nombreuses villes fortement urbanisées ainsi qu'une grande partie des appartements vides, notamment dans les états frontaliers du nord. Parmi les villes concernées : Matamoros, située dans l'état de Tamaulipas, au nord-est du Mexique, directement à la frontière avec les États-Unis. La ville, qui compte aujourd'hui un bon demi-million d'habitants, enregistre certes une croissance démographique constante depuis plusieurs décennies, mais elle la doit non pas à un développement urbain réussi mais à sa situation frontalière et aux sites de montage des entreprises américaines qui s'y sont implantés pour cette raison.

Un équilibre trouvé entre l'architecture et le but du bâtiment

La ville compte en tout cas de nombreuses friches industrielles. L'une d'elles, de plus de 6000 m² située dans le quartier Solidaridad, a été soumise par le Sedatu à un appel d'offres pour l'aménagement d'un complexe sportif, d'un marché et d'une place publique. La Faculté d'architecture de l'Université nationale autonome du Mexique (UNAM), connaissant le PMU et son importance, a appelé des professionnels de terrain à participer aux concours lancés par le Sedatu. Pour le marché de Matamoros, c'est le Colectivo C733, groupe de cinq architectes, qui a mis sur pied le projet retenu. Les concepteurs ne se sont visiblement pas laisser impressionner par les conditions de mise en œuvre strictes dues au programme : ils ne disposaient en effet que de trois mois, aussi bien pour planifier l'exécution que pour la partie réalisation.

Le Colectivo a donc, dès la phase conceptuelle, accordé une grande importance aux éléments de construction simples et préfabriqués, sans toutefois faire de concessions au niveau de la conception, bien au contraire : le nouveau marché de Matamoros parvient à créer un équilibre parfait entre son architecture expressive et ses exigences fonctionnelles de marché et de lieu public de convivialité. Comme l'a expliqué le Colectivo, l'important était de créer un modèle de marché flexible apte à renforcer la communauté tout en rappelant l'esprit du marché historique El Parián de la ville de Mexico.

Une question de perspective

Au niveau de la conception, le nouvel édifice frappe surtout par sa perspective : depuis le ciel au-dessus de l'ouvrage, on ne remarque d'abord rien de particulier, à l'exception peut-être des tôles d'acier galvanisé situées sur les éléments coniques de la toiture, qui se démarquent comme des diodes



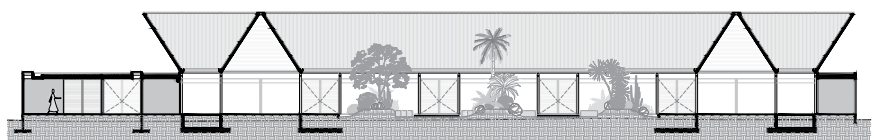
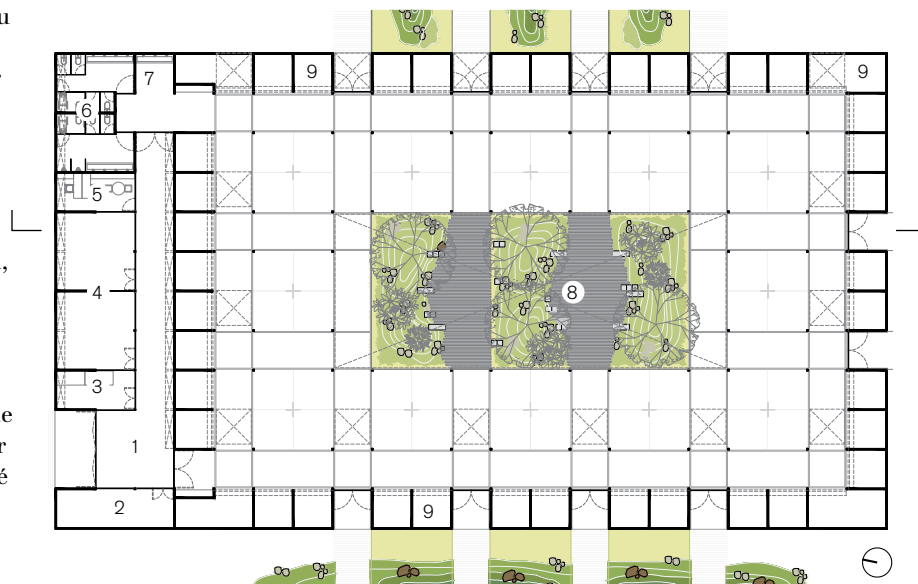
La structure du marché est bien visible depuis le ciel : 16 petits cônes sont placés autour d'un plus grand cône situé au centre et encadrant le petit jardin du marché.

lumineuses sur une bande LED. Le cône central et les 16 petits cônes de la structure de toiture ne sont toutefois visibles que depuis le sol. Ces angles de vue, qui sont ceux du quotidien, permettent aussi de dévoiler les matériaux utilisés pour ce marché ouvert, où domine une combinaison de briques, d'acier et de béton.

La construction se compose essentiellement de deux plans verticaux. Le plan inférieur, sorte de soubassement, est constitué d'une structure de murs

- En bas : vue en plan, échelle 1:550.
- 1 Manutention des marchandises
 - 2 Local technique
 - 3 Gestion des déchets
 - 4 Entrepôt
 - 5 Administration
 - 6 Toilettes
 - 7 Nettoyage
 - 8 Jardin
 - 9 Niche fermant à clé destinée à accueillir des stands

Tout en bas : coupe longitudinale échelle 1:550.



À droite : les éléments coniques permettent d'obtenir un éclairage naturel et de ventiler et climatiser l'espace les jours de forte chaleur également.

En bas : isométrie de la construction conique.

- 1 Coffrage
- 2 Cadre structural en profilés creux carrés 102 × 102 × 3,7 mm
- 3 Matériau d'étanchéité élastique haute performance en polyuréthane (épaisseur = 12,7 mm)
- 4 Briques de maçonnerie 6 × 12 × 24 cm
- 5 Treillis de renfort (d = 3/8 pouce)
- 6 Ancrage en L
- 7 Béton de jointure et de recouvrement
- 8 Sous-structure de la toiture (profilés creux carrés 51 × 51 × 2,7 mm)
- 9 Toit en tôles ondulées d'acier galvanisé

de maçonnerie, de poteaux en acier et de plafonds périphériques en béton. Ce plan est dédié au marché et assure un espace couvert dans les zones périphériques du complexe d'environ 59 × 34 m. Les quatre bandes latérales couvertes de dalles en béton ont des largeurs respectives de 2,8 m (côtés est, sud et ouest) et 11,2 m (côté nord). Ces différentes zones offrent non seulement des niches verrouillables pour accueillir les stands de marché, mais aussi des espaces destinés à la manutention des marchandises, des installations d'approvisionnement et d'élimination des déchets du marché, des entrepôts, des bureaux et des toilettes. À l'intérieur de la zone du marché, il reste ainsi un espace d'environ 45 × 29 m partiellement couvert par les éléments coniques et au centre duquel – c'est-à-dire à l'intérieur du grand cône – se trouve un espace de repos végétalisé et entièrement à l'air libre.

Une construction systématique au-dessus du marché

La structure se compose des 17 éléments coniques qui confèrent au marché son caractère unique et dépassent de près de 5 m au-dessus du soubassement de 3 m de haut. L'élément conique principal et les 16 plus petits se composent de quatre trapèzes isocèles symétriques. Sur les plus petits cônes, la surface d'ouverture se rétrécit pour passer de 8,4 × 8,4 m à 2,8 × 2,8 m, tandis que sur le grand cône situé au-dessus de l'espace vert central, elle passe de 33,6 × 16,8 m à 28 × 11,2 m. Ces éléments créent ainsi, comme l'ensemble de la structure, un modèle axial régulier de 2,8 m en sens longitudinal et transversal. Chacun des petits éléments coniques est porté au niveau de leur ouverture inférieure par quatre poteaux (profilés creux 120 × 120 mm), le grand élément conique par 20 poteaux.

Les différents trapèzes qui composent la surface des 16 petits cônes sont essentiellement composés d'un cadre en acier avec des profilés creux carrés ainsi que d'un remplissage en maçonnerie scindé en trois segments. Chacun de ces trois segments – un rectangulaire et deux triangulaires – est rempli séparément et suit une structure uniforme, tandis que le grand cône est formé d'une combinaison multiple de ces segments. Le squelette des segments est un cadre structural bâti des profilés carrés creux 102 × 102 × 3,7 mm. Les briques de remplissage en maçonnerie mesurent chacune 24 × 12 × 6 cm. En un motif régulier dans les jointures entre les briques de maçonnerie, court un treillis de renfort destiné au béton de jointure et de recouvrement, étanchéifié contre le cadre structural à l'aide d'un matériau d'étanchéité élastique à haute performance en polyuréthane. Des ancrages en L sont soudés sur le ren-

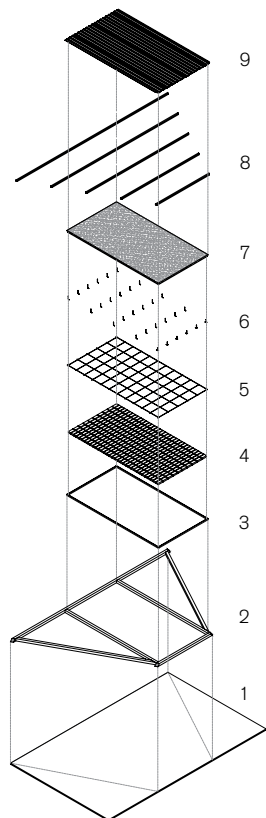


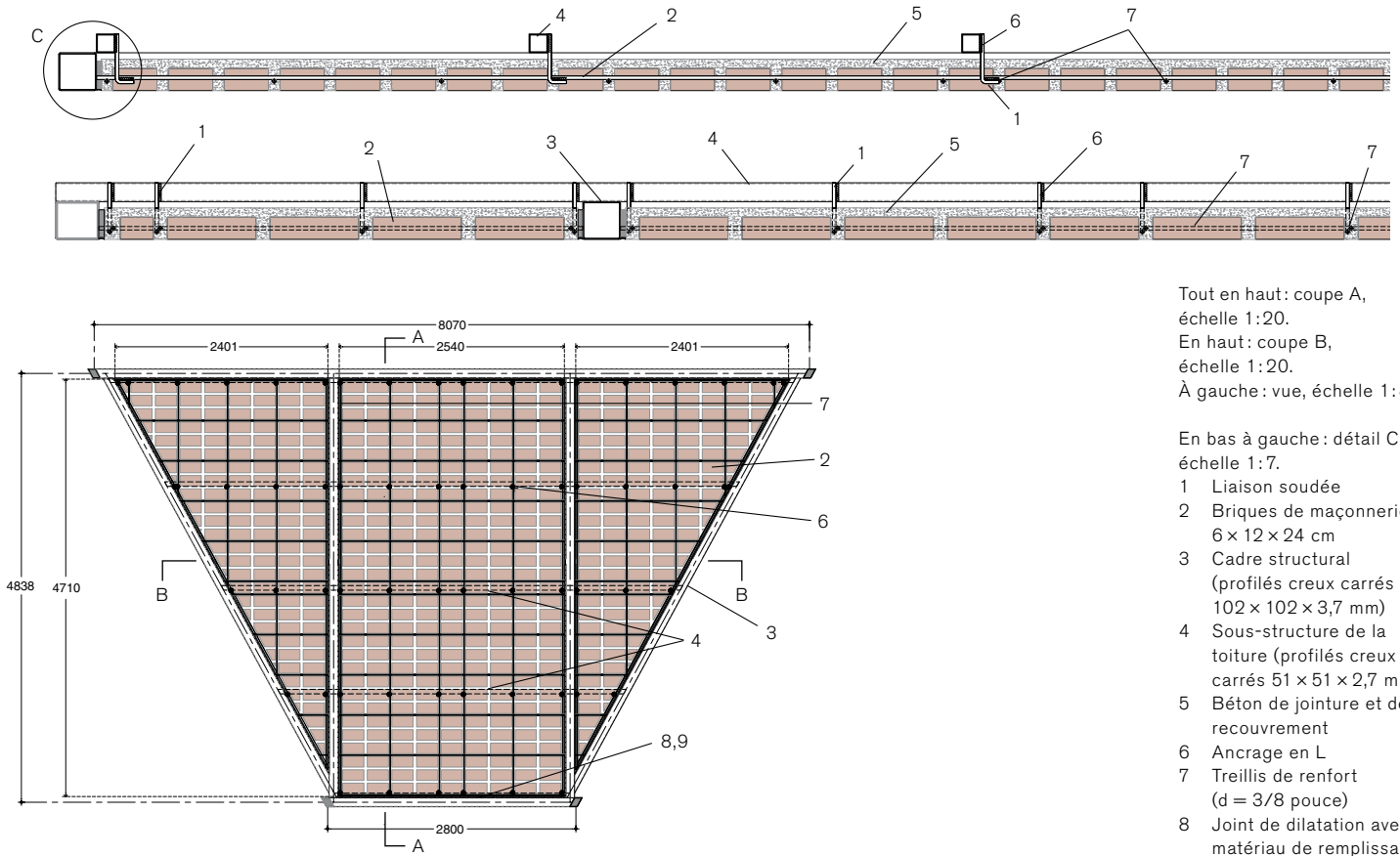
fort, ce qui permet de le raccorder à un autre cadre en acier avec des profilés creux carrés (dimensions 51 × 51 × 2,7 mm). Les tôles ondulées de la toiture y sont pour finir posées. C'est à elles qu'on doit la perception à vol d'oiseau précédemment décrite.

Les surfaces coniques sont inclinées à 65° environ, un résultat optimal, d'après les architectes, pour réduire les effets dus au poids propre tout en permettant à l'eau de pluie et à la neige de s'écouler correctement. Tous les éléments coniques sont reliés entre eux par liaison mécanique solidaire et sont à même d'affronter les ouragans et les inondations, comme les concepteurs l'ont également souligné. On aurait pu penser que ce serait la situation géographique et la construction du soubassement et des éléments coniques reposant sur leurs poteaux qui donneraient du fil à retordre aux ingénieurs pour le dimensionnement sismique, mais c'est en réalité surtout le vent qui a eu une influence déterminante sur le dimensionnement.

Une construction inhabituelle et source d'inspiration

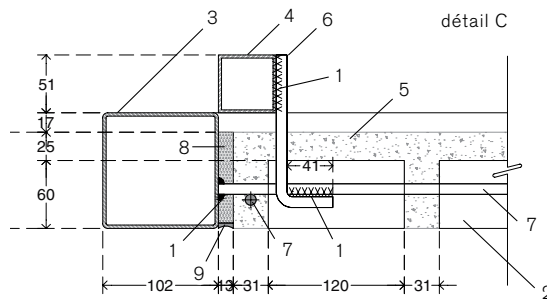
Quoi qu'il en soit, force est de constater que cette toiture reposant sur des éléments coniques, inhabituelle sous nos latitudes, apporte une réponse fonctionnelle aux besoins locaux. Les « parapluies », comme les appellent les architectes, fournissent un éclairage naturel et permettent aussi de ventiler et climatiser l'espace les jours de forte chaleur. La construction ouverte, avec ses traversées longitu-





Tout en haut : coupe A, échelle 1:20.
 En haut : coupe B, échelle 1:20.
 À gauche : vue, échelle 1:80.

- En bas à gauche : détail C, échelle 1:7.
- 1 Liaison soudée
 - 2 Briques de maçonnerie 6 x 12 x 24 cm
 - 3 Cadre structural (profilés creux carrés 102 x 102 x 3,7 mm)
 - 4 Sous-structure de la toiture (profilés creux carrés 51 x 51 x 2,7 mm)
 - 5 Béton de jointure et de recouvrement
 - 6 Ancre en L
 - 7 Treillis de renfort (d = 3/8 pouce)
 - 8 Joint de dilatation avec matériau de remplissage préformé (épaisseur = 12,7 mm) et
 - 9 Matériau d'étanchéité élastique à haute performance en polyuréthane sur l'intérieur.



En bas : la disposition des différents accès à l'édifice permet d'obtenir des cheminements transversaux et longitudinaux à travers le marché bien visibles et d'accroître ainsi le sentiment de sécurité.

nales et transversales claires et son espace vert central, renforce par ailleurs la sécurité et la convivialité entre les commerçants et les clients du marché. Grâce aux matériaux choisis, la construction semble de plus être facilement reproductible sur n'importe quel site. De manière générale, il s'agit donc d'un projet réussi dans l'esprit du programme PMU, mais aussi à n'en pas douter d'une source d'inspiration pour nos constructions locales en termes de choix de matériaux.

- Projet** Bâtiment du marché de Matamoros
Lieu Matamoros, Mexique
Maître de l'ouvrage Ministère mexicain de l'agriculture, de l'aménagement du territoire et du développement urbain (Sedatu)
Architectes Colectivo C733 / Faculté d'architecture de l'Université nationale autonome du Mexique (MX)
Ingénieur structure Gabinete de Ingeniería de Estructuras Especiales (MX)
Architecture paysagère Hugo Sánchez Paisaje (MX)
Entreprise de construction métallique Construcciones Estructurales del Noreste (MX)
Type de construction / Système porteur Construction massive (plan vertical inférieur), ossature en acier avec remplissage en maçonnerie (cônes)
Préfabrication et montage Préfabrication des éléments de construction en acier, montage sur site
Nuance d'acier A500 Gr. B
Surface utile 2800 m²
Dimensions 59 x 34 m
Utilisation prévue Marché public
Durée du chantier 3 mois
Achèvement des travaux 2020



