

# 01/22 steeldoc

Bâtiments  
scolaires



## Éditorial



Les architectes de jessenvollenweider ont rénové l'ensemble de l'établissement scolaire Auen à Frauenfeld, une œuvre exemplaire de « l'école de Soleure » des années 1960, et lui ont ajouté trois nouveaux pavillons. Ce projet montre à quel point la construction de montage en acier est durable et appropriée aux bâtiments scolaires grâce à ses qualités systémiques. L'école est transférée avec élégance au XXI<sup>e</sup> siècle grâce à l'interprétation sensible du bâtiment classé monument historique et aux extensions précises, et peut continuer à remplir sa fonction pour les décennies à venir.

Le projet a été récompensé en 2021 d'un Prix Acier (cf. steel**doc** 02+03/21 Prix Acier 2021).

Les cinq projets récompensés du Prix Acier Student Award 2021 sont présentés à partir de la page 27.



Les fermetures d'écoles liées à la pandémie ont mis en évidence l'importance des cours en présentiel. Lieu d'échange avec les camarades du même âge et les enseignants, d'apprentissage concentré et d'enseignement engagé, les bâtiments scolaires sont essentiels pour la société. L'architecture crée des espaces appropriés et forme le cadre au sein duquel cet échange est possible. Des structures architecturales qui s'adaptent facilement à l'évolution des conditions de base et des formes scolaires sont particulièrement précieuses.

Ce magazine présente des bâtiments scolaires pour lesquels les structures métalliques marquent fortement l'aspect de l'espace intérieur, mais aussi extérieur. Mais leurs avantages sont aussi d'ordre fonctionnel : les structures porteuses et les détails de construction conçus intelligemment permettent de créer des bâtiments flexibles dont les plans modifiables garantissent une utilisation à long terme et durable.

Les concepteurs de l'école secondaire de Laufon en font la démonstration : leur nouveau bâtiment de remplacement n'est qu'une première étape de rénovation qui sera suivie par d'autres dans une période dynamique. La puissante structure métallique n'obéit pas à des contraintes de système, mais forme une ossature pragmatique qui favorise une utilisation et une réaffectation flexibles (dès p. 4). Dans la ville portuaire de Gand, la structure métallique ouverte de la hauteur du bâtiment devient la carte de visite de l'école Melopee et parvient à garantir la réalisation des exigences du maître de l'ouvrage, en dépit d'un espace très restreint. Des plans, des rampes et des escaliers sont suspendus dans l'ossature et affectés, en tant que surfaces de jeu et de plein air, à l'une des fonctions imbriquées en trois dimensions (dès p. 8).

L'ossature de la construction hybride acier-béton sur deux étages de l'école primaire à Lebbeke a permis un temps de construction court. Autre avantage de la construction : des parois mobiles et un espace intérieur multifonctionnel sans poteaux assurent une flexibilité maximale (dès p. 12). Le système porteur de la maison des étudiants de l'université technique TU Braunschweig, conçu à l'origine comme un bâtiment temporaire, devait être modulable, démontable, robuste et transformable. Un système de profilés métalliques minces, combinés à des éléments préfabriqués de plafond en bois et de tôles trapézoïdales en acier permettent une adaptation et une extension ultérieures de la construction à un coût modéré (dès p. 16). À Bath, la transformation en école d'art et de design garantit la pérennité d'une ancienne usine de meubles des années 1970, classée monument historique. La structure métallique historique adaptable est complétée par des éléments encastrés et des superstructures qui s'insèrent dans l'existant de manière statiquement indépendante en tant que structures à armature métallique (dès p. 22).

Je vous souhaite une lecture inspirante!  
Isabel Gutzwiller

## Un ensemble scolaire flexible

### **Maître de l'ouvrage**

AG Real Estate, Bruxelles

### **Architectes**

Compagnie-O architects, Gand

### **Ingénieurs structure**

Util Strukturstudies, Bruxelles

### **Achèvement des travaux**

2017



Situation, échelle 1:4500.

**La nouvelle école primaire de Lebbeke est née d'un partenariat public-privé qui porte un programme ambitieux de remise à niveau de l'infrastructure scolaire. L'exécution sous forme d'une construction hybride acier-béton a permis de gagner du temps tout en assurant une grande souplesse à l'usage.**

D'une population de presque 20000 habitants, la commune de Lebbeke dans la province belge de Flandre orientale n'est probablement connue que de rares personnes. Elle est certes la ville natale de l'un des meilleurs gardiens de but du football mondial des années 1980, Jean-Marie Pfaff, mais le club de football local n'apparaît absolument pas dans sa carrière en club. Et la commune, entourée par les trois grandes villes d'Anvers, Gand et Bruxelles, semble mener une existence contemplative à bien des égards. Toutefois, quiconque parcourt la rue principale remarquera une façade particulière dans

L'atrium haut de deux étages sert de gymnase, de cantine, de salle de réunion et de salle événementielle. La structure hybride acier-béton est apparente, à l'instar de toutes les autres salles.

l'alignement urbain rectiligne presque entièrement bâti. Il s'agit de l'école primaire communale, dotée d'une capacité d'accueil d'environ 450 élèves, qui déploie sa structure métallique jusqu'à la limite du trottoir (voir fig. p. 14).

### **Un mur plein qui joue un rôle**

Cette partie de l'école primaire, visible de la rue, n'est pas la façade proprement dite, mais un mur de délimitation de la parcelle, placé dans l'alignement des constructions existantes: le plan d'urbanisme de la commune l'avait précisé ainsi. C'est une trame



métallique de deux étages remplie en partie de briques et en partie de treillis d'acier, quatre secteurs supérieurs ayant été laissés vides. Côté rue, les secteurs en briques sont peints en blanc – une autre consigne de la municipalité pour rappeler les murs blancs de l'ancien couvent. Par-delà les impératifs du droit de la construction, ce mur avant a aussi un rôle fonctionnel : il protège une zone tampon sécurisée d'environ cinq mètres de largeur entre la rue très fréquentée qui longe la parcelle, bordée d'un étroit trottoir, et le bâtiment de l'école primaire, permettant ainsi d'accueillir les enfants et d'étendre la cour de récréation. Les trois autres espaces extérieurs du bâtiment scolaire rectangulaire jouxtent directement un grand parc avec un ruisseau.



La structure en acier du mur de clôture est directement reliée à l'ossature métallique du bâtiment scolaire et constitue la trame des poteaux dans le sens longitudinal du bâtiment. Le bâtiment proprement dit est une construction hybride acier-béton de deux étages avec un atrium toute hauteur. Ainsi, l'intérieur offre une salle de grande hauteur qui peut être utilisée soit comme une salle pour les grands événements, soit comme gymnase et cantine séparés par une cloison pliable. Cette grande salle est entourée, au rez-de-chaussée, par les espaces du jardin d'enfants, l'accueil central, la cuisine, d'autres salles de classe et diverses pièces annexes, et, à l'étage, par les salles de classe de l'école primaire, les salles du personnel et les bureaux.

**Des fondations qui cachent une autre fonction**

Vue de l'extérieur, la structure visible en acier est particulière, tout comme le rez-de-chaussée légèrement surélevé par rapport au terrain environnant. L'école est proche d'un ruisseau traversant le parc de la ville, partiellement canalisé dans la zone urbaine. La capacité de drainage de ce ruisseau étant très limitée, un bassin de rétention des eaux pluviales a dû être construit sous l'école. Ce socle surélevé constitue à la fois la dalle de plancher du rez-de-chaussée et un trottoir autour des pièces accessibles depuis l'extérieur. Il accueille également les poteaux de la structure métallique qui y sont directement fixés.

**Un hybride à deux étages**

La construction se compose essentiellement de l'ossature métallique précitée, des différentes structures en béton coulé sur place pour la rigidification et des dalles d'étage en éléments semi-préfabriqués. Cependant, l'ossature métallique n'étend pas une trame uniforme sur les deux étages de toute la surface du bâtiment : elle ceinture l'atrium sur ses quatre larges

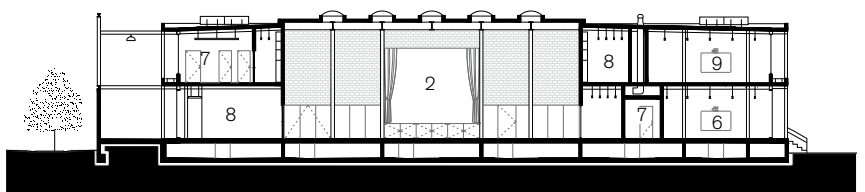
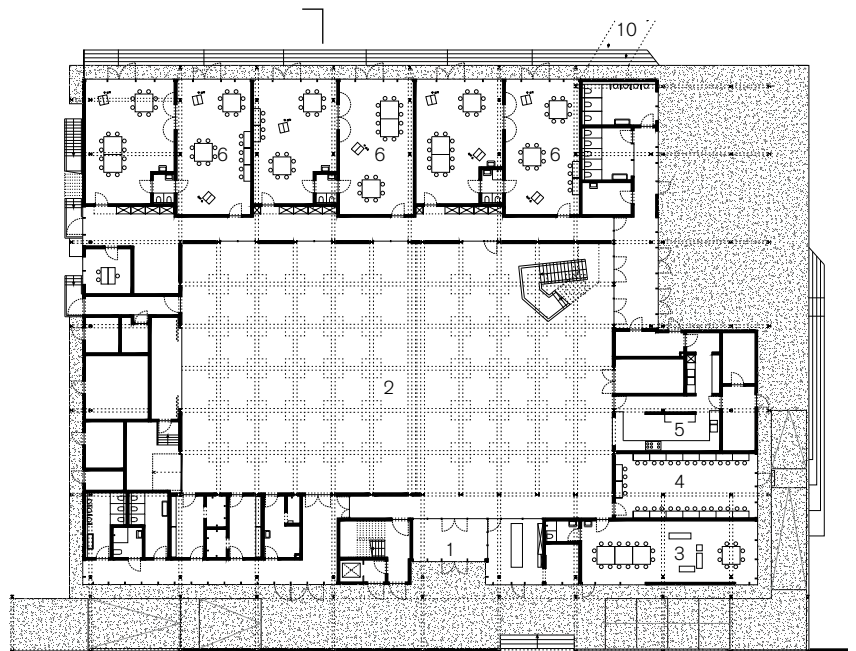
En haut : les poteaux de l'ossature métallique sont fixés directement dans le socle légèrement surélevé. La passerelle dans le parc apparaît au fond.

En bas : vue en plan rdc, échelle 1:600.

Tout en bas : coupe est-ouest du bâtiment, échelle 1:600.

- 1 Zone d'entrée / accueil
- 2 Salle polyvalente / atrium
- 3 Cours d'art
- 4 Salle informatique

- 5 Cuisine et stockage
- 6 Salles de cours du jardin d'enfants
- 7 Toilettes
- 8 Entrées secondaires
- 9 Salle de classe
- 10 Passerelle acier reliant l'étage et le parc



Le mur plein crée un espace tampon utilisable de 5 m de large entre le bâtiment scolaire et la rue principale voisine. Côté rue, le mur est peint en blanc selon les consignes de la municipalité.

arêtes, lui-même couvert par un treillis de poutres liant les quatre arêtes. Au niveau de la construction métallique, la ceinture du bâtiment se distingue de la zone de l'atrium. L'ossature de la ceinture est constituée de poteaux HEA 200 en façade, de poteaux HEB 200 en zone médiane et de poteaux HEA 240 autour de l'atrium, le tout en acier de nuance S235. Quant aux poutres, il s'agit principalement de profilés HEA/HEB 240 et, à proximité de la façade, de profilés HEA 200, également en nuance d'acier S235. L'ossature boulonnée forme ainsi une structure autour de l'atrium avec des largeurs de 12,2 m au nord, 8 m à l'est, 8,55 m au sud et 15,7 m à l'ouest. La trame régulière des poteaux est de 6 m dans le sens longitudinal du bâtiment (nord-sud) et de 6,6 m dans le sens transversal côté façade, la moitié côté atrium. À l'intérieur du bâtiment, les poutres se connectent directement aux longs poteaux HEA 240 hauts de deux étages qui entourent la salle polyvalente (détail C). Les poutres du rez-de-chaussée servent de support aux dalles en éléments semi-préfabriqués qui y reposent. À l'étage, la construction suit le même schéma, mais sans liaison directe avec l'ossature du rez-de-chaussée : les poteaux sont ici encastrés dans la dalle d'étage.

Les poteaux de deux étages autour de l'atrium portent un treillis de poutres soudées en profilés HEA 500 (qualité d'acier S235). Au milieu de l'atrium, deux poutres à treillis de 1,4 m de haut, invisibles de l'intérieur, stabilisent la structure dans le sens est-ouest (voir fig. p. 15). Elles offrent un espace de rangement pour la cloison pliable et se composent chacune d'une membrure inférieure en profilés HEA 500, d'une membrure supérieure en profilés HEB 400 et de profilés creux RRW 160 pour les diagonales. La dalle au-dessus de l'atrium est en béton préfabriqué, les dalles environnantes sont, comme au rez-de-chaussée, en éléments semi-préfabriqués. Cette construction modulaire a permis d'assurer un chantier de moins de deux ans pour l'ensemble du bâtiment, démolition d'un bâtiment existant et travaux de terrassement compris.

#### Un intérieur lumineux et flexible

Le type de construction même rend le bâti tout aussi omniprésent à l'intérieur du bâtiment. À l'exception de quelques structures en béton coulé sur place, le

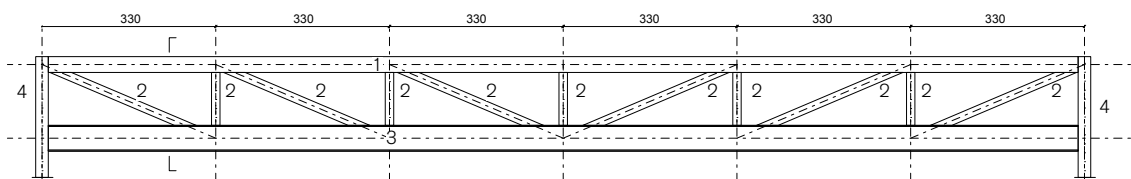
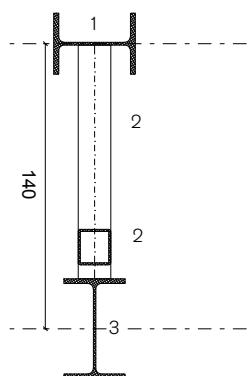


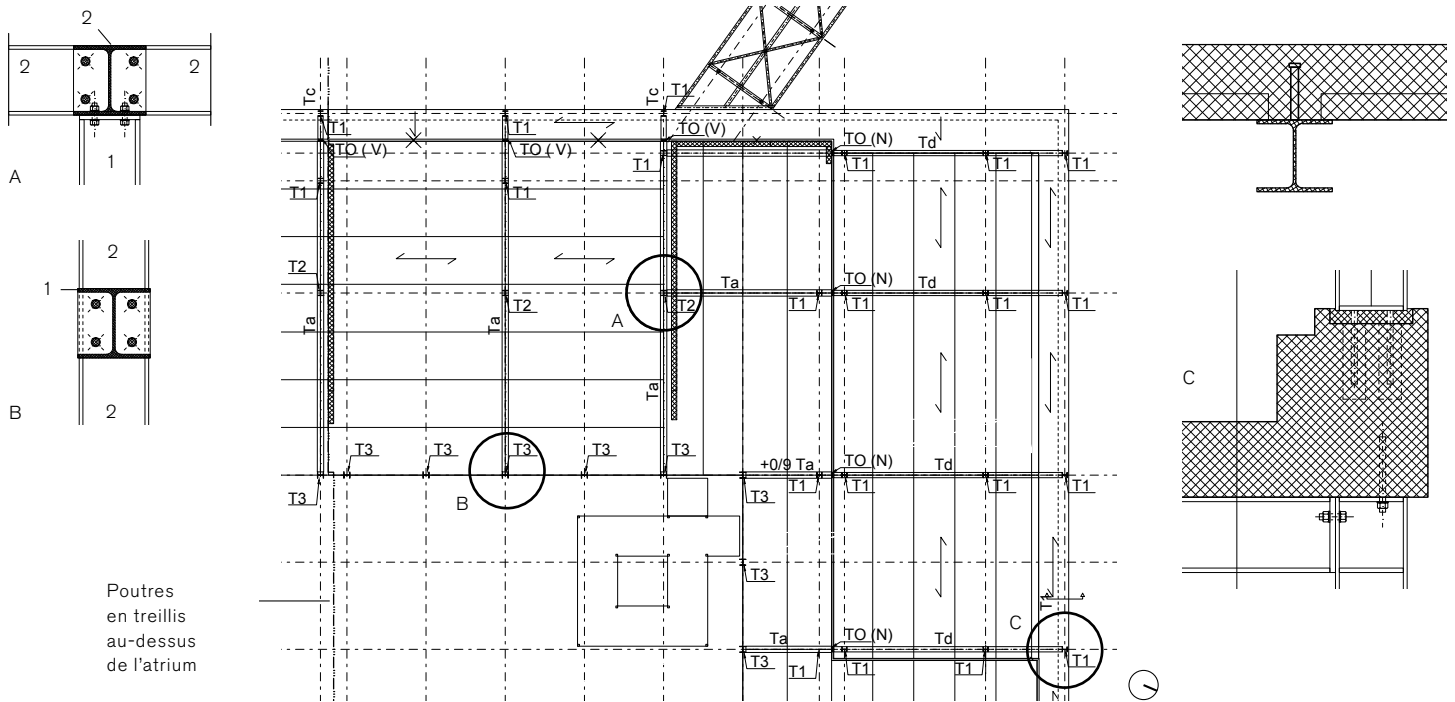
cloisonnement des salles du rez-de-chaussée s'est fait par des murs pleins maçonnés ou des cloisons à ossature métallique. Une plus grande flexibilité était attendue pour la répartition de l'étage : chacune des deux salles de classe de l'école primaire dispose d'une cloison de séparation mobile qui peut s'ouvrir pour faire cours en grande classe. La répartition de l'espace entre ces salles doubles est la même qu'au rez-de-chaussée. L'étage dispose d'un accès direct depuis l'extérieur : une passerelle, également en acier, sert à la fois d'issue de secours et d'accès direct à l'étage depuis le parc pour les enfants du primaire. Cet ouvrage secondaire absorbe également une partie des flux des élèves au moment des récréations.

Toutes les pièces de l'école bénéficient d'une grande lumière naturelle. La façade est vitrée du sol au plafond sur les deux étages, à l'exception de quelques plaques de céramique, quelques panneaux de fibrociment et quelques tôles d'aluminium rideaux. La lumière entre également par le haut du bâtiment grâce à des lucarnes intégrées couvrant toute la surface du plafond au-dessus de l'atrium. La lumière du soleil se réfracte agréablement à travers les ouvertures du plafond en béton et de la structure des poutres, pour éclairer la salle polyvalente d'une lumière dont l'incidence évolue constamment au cours de la journée.

Coupe longitudinale (en bas à droite) et coupe transversale (en bas à gauche) des deux poutres à treillis au-dessus de l'atrium. Échelle 1:35 et 1:140.

- 1 HEB 400
- 2 RRW 160
- 3 HEA 500
- 4 HEA 240





Outre ces lucarnes, la toiture accueille également un système photovoltaïque et une installation de ventilation. C'est cette ventilation contrôlée qui assure l'essentiel de la ventilation du bâtiment, des volets de ventilation manuels complémentaires fournissant de l'air frais à l'étage si nécessaire.

#### Un cœur tout en subtilité

Les architectes décrivent l'atrium de deux étages pour une surface au sol de 19,8 × 34 m et une hauteur d'environ 7,5 m comme le « cœur » du bâtiment. Et il est vrai qu'une grande partie du fonctionnement quotidien de l'école gravite autour de cet espace central. Outre les fonctions déjà décrites, c'est aussi une salle de réunion pendant et après les heures de classe, avec un accès direct depuis les deux étages de classe via un escalier en colimaçon. Cette multifonctionnalité repose en grande partie sur l'absence de poteaux à ce niveau de la construction. Vu de loin, il semble relativement léger et ajouré, mais à y regarder de plus près, il s'avère être constitué d'une ossature métallique apte à supporter de lourdes charges. Après tout, les poteaux de rive portent un treillis de 5 × 11 poutres HEA 500 comprenant les deux poutres à treillis, auxquelles s'ajoutent les dalles préfabriquées et les structures de toiture. Au final, les concepteurs ont réussi à créer une structure très discrète.

#### Programme en partenariat

L'école primaire de Lebbeke fait partie du programme « Scholen van Morgen », les écoles de demain, un partenariat public-privé entre le gouvernement flamand et trois partenaires privés. Ce partenariat a été conclu il y a plus de dix ans pour rattraper des décennies de retard dans la création et

l'entretien des infrastructures scolaires. Le programme comporte un total de 182 nouveaux projets de construction et d'entretien. Dans ces projets, le gouvernement flamand devient ou reste propriétaire de l'infrastructure scolaire, tandis que le consortium privé est le maître de l'ouvrage responsable de la planification, de la construction et du financement des bâtiments. Le partenaire privé est également responsable de l'entretien des bâtiments pendant une période de 30 ans et perçoit pour cela une indemnité annuelle convenue avec le propriétaire. À ce jour, le modèle retenu est très efficace : 174 bâtiments ont déjà été construits ou rénovés, et les huit autres sont en cours de construction.

**Projet** École primaire de Lebbeke

**Lieu** Lebbeke (B)

**Maître de l'ouvrage** AG Real Estate, Bruxelles (B)

**Architectes** Compagnie-O architects bvba, Gand (B)

**Ingénieurs structure** Util Strukturstudies, Bruxelles (B)

**Autres bureaux d'études** Abetec nv, Zele (B), Vinçotte, Anvers (B)

**Entrepreneur construction en acier** Marchand de Fer Delruwe sa, Mouscron (B)

**Type de construction** Construction hybride acier-béton

**Préfabrication et montage** Dalles de planchers préfabriquées, montage de la construction métallique sur site

**Nuance d'acier** S235

**Structure porteuse** Ossature métallique

**SP brute** 3449 m<sup>2</sup>

**Surface utile** 13 510 m<sup>2</sup>

**Volume** 16 970 m<sup>3</sup>

**Usage** Bâtiment scolaire

**Coût global** 5,93 millions EUR

**Durée du chantier** 2015 à 2017

En haut à gauche : coupe verticale A : assemblage poteau-poutre avec liaison orthogonale d'une poutre supplémentaire et coupe verticale B : liaison poteau-poutre (côté atrium). Échelle 1:25.  
1 HEB 200  
2 HEA 240

En haut au milieu : section de la structure des planchers au-dessus du rez-de-chaussée. La passerelle vers le parc se raccorde à l'angle nord-ouest du bâtiment. Échelle 1:300.

Poutres  
Ta : HEA 240  
Tc : HEA 200  
Td : HEB 200  
Poteaux  
T1 : HEA 200  
T2 : HEB 200  
T3 : HEA 240  
Rupture de pont thermique  
TO (N) : efforts normaux seuls  
TO (V) : efforts de cisaillement seuls

Tout en haut à droite : coupe verticale de la structure de principe du plancher avec poutres HEA/HEB, éléments semi-préfabriqués et chevillage du béton coulé en place. Échelle 1:20.

En haut à droite : coupe verticale C en bordure de dalle de l'étage, en béton apparent. La liaison entre la poutre de plancher (HEA 200) et la console de béton est réalisée en chevilles chimiques.

