

# 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

## Une aérienne maison des étudiants

### Maitre de l'ouvrage

Land de Basse-Saxe, Université technique de Braunschweig

### Ingénieurs structure

knippershelbig Ingenieure

### Architectes

Gustav Düsing & Max Hacke

### Achèvement des travaux

2022



Situation, sans échelle.

**La nouvelle maison des étudiants de l'Université technique de Braunschweig se compose d'un système de profilés minces en acier, combiné à une dalle modulaire en bois et à des éléments en tôle d'acier trapézoïdale. Sa structure est portée à part égale par son idée directrice architecturale et par son concept d'ingénierie structurale. Elle devait être modulaire, robuste, simple et aussi fine que possible pour assurer une architecture évolutive.**

Les étudiants de l'Université technique de Braunschweig devraient pouvoir entrer dans leur nouveau bâtiment en juin 2022, si toutefois l'enseignement en présentiel est à nouveau possible. On peut supposer que l'enseignement en présentiel pourra être effectué.

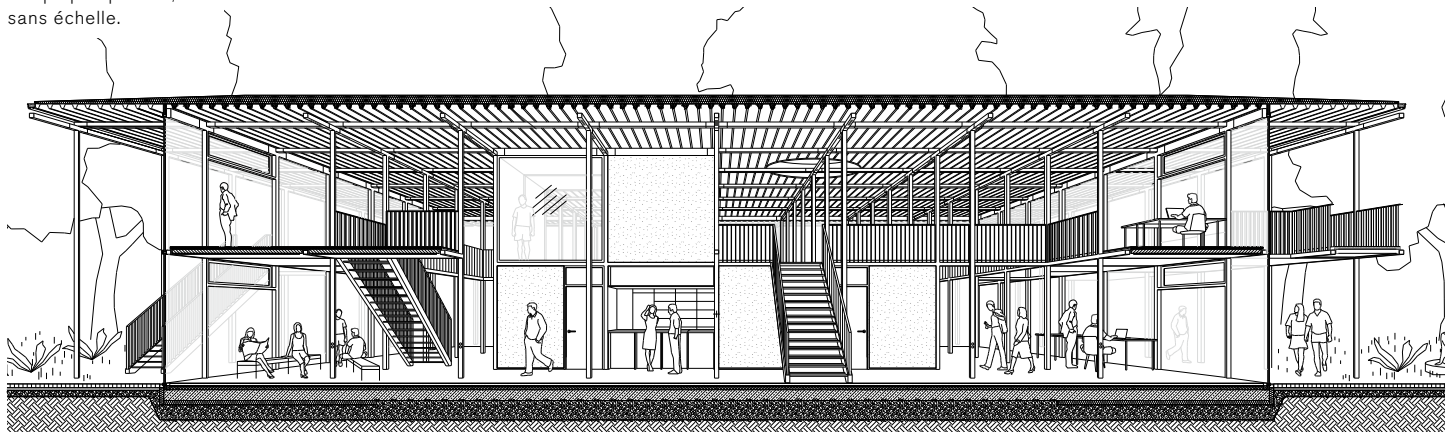
### Idée centrale et concept spatial

Situé en face de l'Audimax, le bâtiment indépendant, au milieu du campus universitaire de l'Université technique de Braunschweig, offre sur deux étages un total de 200 postes de travail et emplacements de détente et de convivialité. Une maison ouverte aux étudiants, un lieu d'apprentissage, d'échange, de rencontres : telle est la vocation et l'idée du bâtiment. «Il doit être non hiérarchique, d'utilisation démocratique et faire voir à l'extérieur sa vie intérieure : les activités des étudiants», déclare Gustav Düsing du duo d'architectes Düsing & Hacke de Berlin. Les jeunes architectes, anciens collaborateurs scientifiques, ont remporté le concours interne

de la faculté pour la maison des étudiants. L'espace doit se trouver au premier plan de la conception, la structure en arrière-plan : une transposition convaincante de cette exigence par les deux architectes et les ingénieurs structure.

En venant du nord, on pénètre dans une salle carrée. La vue s'ouvre à la fois sur le plan d'étage ouvert et vers le haut, par sept espaces aériens de formats différents qui relient le rez-de-chaussée et l'étage supérieur. Seul le cœur est délimité par des zones fermées : on y trouve une cuisine, des sanitaires, des casiers et une salle de classe, ainsi qu'un accès sans seuil par ascenseurs pour personnes à mobilité réduite. Les étudiants ou les visiteurs choisissent l'un des quelques 80 postes de travail ou empruntent l'un des quatre escaliers menant à l'étage supérieur. Les tables de travail qui s'y trouvent peuvent servir de table à dessin et sont disposées en petits groupes, de façon un peu plus intime qu'au rez-de-chaussée. Sur chaque façade, des balcons

Coupe perspective, sans échelle.





Des balcons couverts assurent la liaison entre l'intérieur et l'extérieur. Les escaliers permettent d'accéder directement à l'étage supérieur depuis l'extérieur.

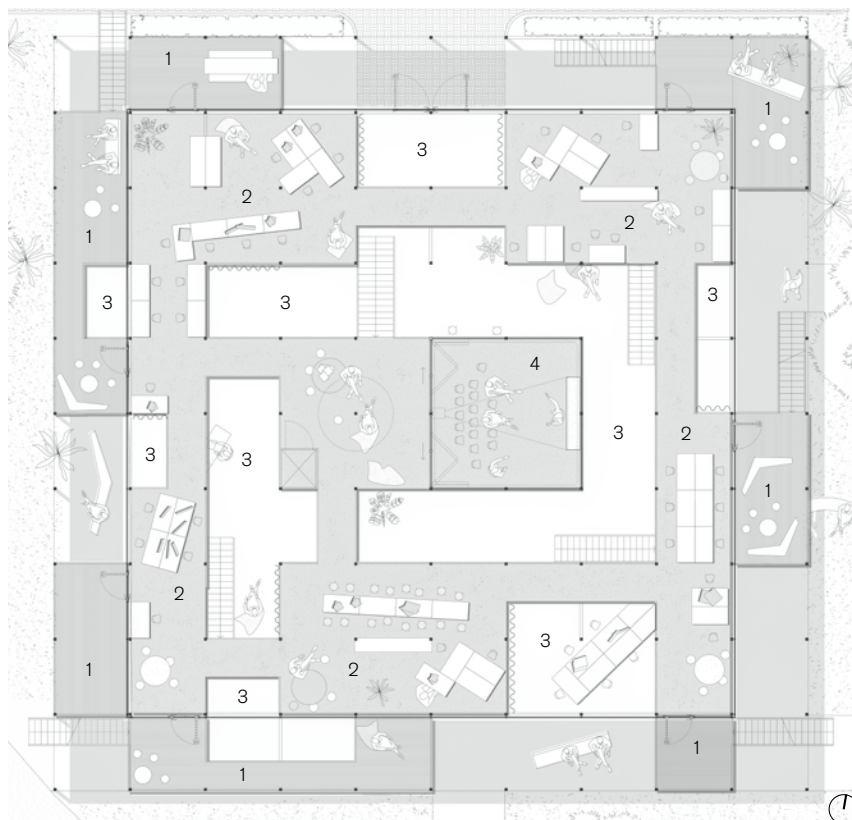
Plan d'étage, échelle 1:300.

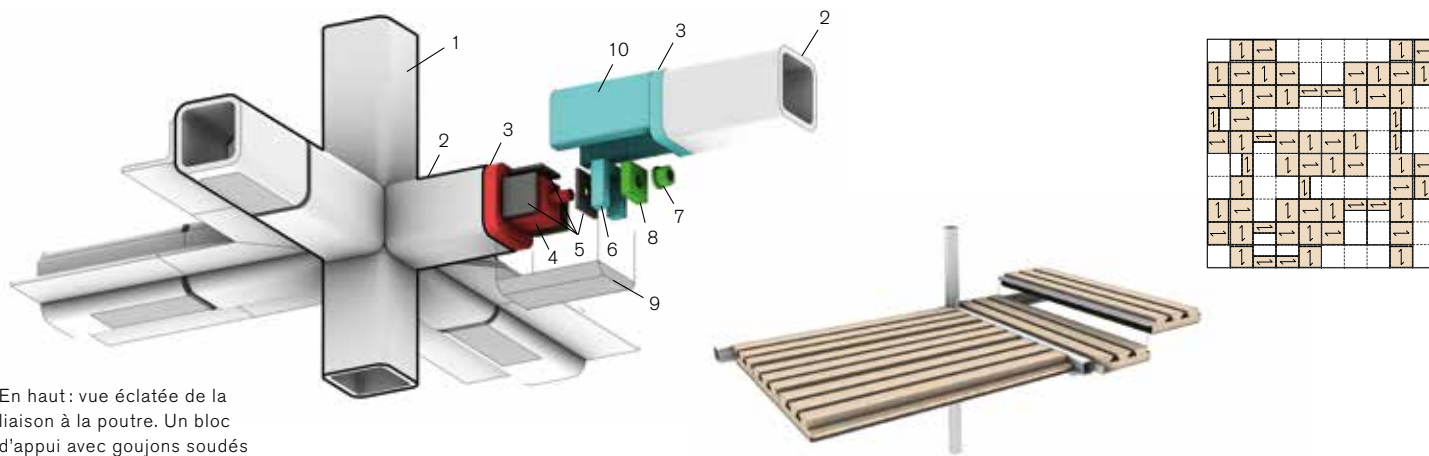
- 1 Balcon
- 2 Places d'étude
- 3 Espace aérien
- 4 Salle de cours

couverts – sept en tout – créent un lien avec l'espace extérieur. Avec leurs cinq escaliers, ils servent également d'accès depuis l'extérieur. Les architectes nomment le concept de cet intérieur ouvert au maximum « la pièce ». La façade vitrée, la structure porteuse délicate et l'avant-toit sur tout le pourtour contribuent à renforcer cette perception d'un espace fluide: entre l'intérieur et l'extérieur, mais aussi en verticale. Conçu à l'origine comme un bâtiment temporaire, le système porteur du projet devait être modulaire, démontable, robuste et convertible. Entre-temps, la maison des étudiants s'est muée en une installation permanente. Le principe directeur, cependant, lui, perdure.

#### Conception et structure porteuse

Au début de la phase projet, les concepteurs ont formulé des exigences afin de rester cohérents tout au long de la conception. Dans le contexte d'une construction économique et adaptée aux matériaux, ces exigences étaient: clarté visuelle, hiérarchie structurale lisible, détails faciles à assembler et à désassembler, structure porteuse élancée avec des nœuds aux détails fins rapportés à l'ensemble, et une protection incendie de qualité F30. Le choix d'une construction à ossature métallique légère a permis de répondre à ces exigences. La trame de poteaux forme une structure porteuse tridimensionnelle régulière d'une longueur d'axe de 3 m, au-des-





En haut : vue éclatée de la liaison à la poutre. Un bloc d'appui avec goujons soudés et plaque frontale d'arrêt (rouge dans le modèle) accueille une pièce d'appui et sa plaque (bleue), boulonnée à la tige filetée avec des rondelles additionnelles (vertes). Un cache (en gris) obture l'accès à l'assemblage sur la face inférieure. Il est boulonné à la plaque frontale de la poutre par des vis à tête conique presque imperceptibles.

- 1 SHS 100 × 10 mm pilier d'évacuation des eaux
- 2 SHS 100 × 10 mm
- 3 Plaque d'arrêt, t=20 mm S355
- 4 Bloc d'appui S355 55 × 55 × 50 mm
- 5 Plaquettes latérales et supérieures pour la compensation des tolérances ±5 mm, 55 × 50 × 5 mm, S355, avec blocage en position
- 6 Platine S355, t=20 mm, découpe 49 × 28 mm
- 7 Goujons soudés M 16, 8,8 (p. ex. Köco PD K800)
- 8 Rondelle supplémentaire, 45 × 45 × 15 mm, S355
- 9 Ouverture de montage par le dessous avec cache boulonné, t=15 mm (non porteur)
- 10 Pièce d'appui

En haut à droite : le plafond vers l'étage supérieur est constitué de panneaux nervurés en bois lamellé-croisé d'une largeur de 62,5 cm. Ils sont posés en alternance et reposent sur des profilés en L soudés sur le côté des supports.

sus de la dalle de sol conventionnelle en béton étanche de 25 cm et des semelles isolées pour l'avant-toit du pourtour. «Le défi pour la conception structurale était de concilier la fonctionnalité de la structure du bâtiment avec les exigences formulées», explique l'ingénieur structure Dr Jan Mitteltädt du bureau d'études knippershelbig. Il en résulte des profilés creux carrés SHS (Square Hollow Section) 100 × 10 mm de nuance S355, utilisés comme poutres et poteaux soumis à la flexion et à des efforts normaux. Les poteaux ont été fixés à leur base pour résister à la flexion : ils sont chacun soudés à une embase. Quatre douilles d'ancrage avec une tige filetée, placées chacune dans un coin, absorbent les efforts de traction ; quatre boulons de cisaillement, placés chacun au milieu entre deux douilles d'ancrage, absorbent les efforts de cisaillement. L'assemblage boulonné facilite la préfabrication, le montage et le démontage éventuel. Des boulons de réglage dans le joint de scellement sous les embases permettent de compenser les tolérances de fabrication et de montage (voir détail ci-dessous). De chaque côté, les poutres d'étage et de toiture sont en liaisons partiellement articulées aux poteaux via leurs supports de poutre en porte-à-faux.

La façade est une structure montant-traverse. Ses profilés secondaires de 96 mm de largeur en aluminium thermolaqué se boulonnent directement sur la structure porteuse primaire (voir détail p. 20). Lorsqu'une subdivision supplémentaire est requise, comme sur les portes et les fenêtres, des profilés de façade de 56 mm de largeur créent la transition vers la structure porteuse. Statiquement, cette structure secondaire de la façade est indépendante de la structure porteuse primaire. Elle est constituée de profilés creux rectangulaires élançés dont les rayons extérieurs des arêtes de 15 mm sont précisément coordonnés à ceux des poteaux et des poutres primaires.

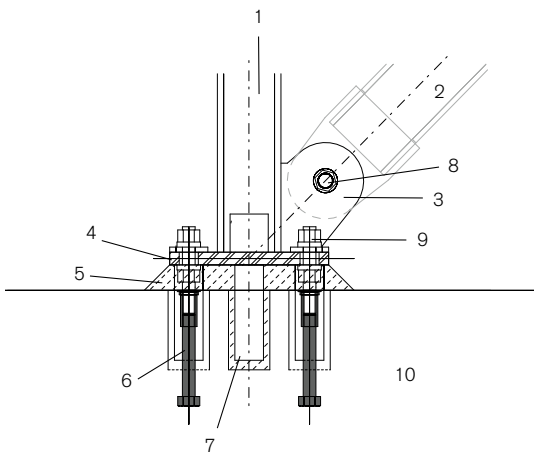
Élément structural supplémentaire, le toit plat a une structure conventionnelle constituée de tôles profilées trapézoïdales en acier hautes de 100 mm. Un écran plastique étanchéifie l'isolation incombustible en pente. Les planchers constitués de panneaux ner-

vurés en bois lamellé-croisé ont été positionnés entre les poutres. Ils reposent sur des profilés en L (80 × 60 × 7 mm, S355), soudés latéralement sur les poutres. Cela réduit l'épaisseur structurale du plancher. Pour limiter les contraintes sur les poutres, l'orientation des éléments de dalle alterne. Chaque ligne n'est donc qu'à moitié utilisée. Cette astuce a permis de conserver pour les poutres les mêmes sections que pour les poteaux. De plus, les poutres portant l'étage sont ainsi sans hiérarchie dans un même plan.

Pour la conception de la structure porteuse, les exigences liées à l'utilisabilité de la construction ont été décisives pour le choix du profil et l'emplacement des raidisseurs. Les exigences d'utilisabilité comprennent, entre autres, l'absorption de déformations imperceptibles de la structure porteuse, le maintien de l'étanchéité permanente du bâtiment à la transition entre la structure porteuse et la façade et la prise en compte de la sensibilité aux vibrations des constructions légères. Trois critères auxquels il a fallu accorder une attention particulière pour cette structure porteuse légère et visible de tous les côtés.

#### Des détails cachés

Les liaisons des poutres constituaient un vrai défi de conception, de construction et de statique. Elles devaient à la fois rester sobres et discrètes, absorber les tolérances induites par les matériaux et le mode de construction, et enfin supporter les efforts normaux et tranchants, ainsi que les moments de torsion. L'objectif était une «pureté visuelle du nœud». C'est pourquoi le point de liaison a été déporté du poteau. Lorsqu'il se porte sur le détail de la liaison, le regard est délibérément éloigné du nœud. Pour ce faire, un petit morceau de poutre de 15 cm a été soudé au poteau. C'est le réceptacle de liaison à la poutre. La poutre y est «enfichée» sur site via un bloc d'appui avec plaque frontale d'arrêt, puis boulonnée au bloc d'appui par un boulon filetée. Côté poutre, la liaison est assurée par une pièce d'appui ouverte en face inférieure et dotée d'une plaque frontale soudée. Des plaques de remplissage latérales entourent le bloc d'appui, compensent les tolé-



rances et assurent des surfaces de contact pour la transmission des efforts de torsion. Sur la face inférieure, un cache obture l'accès à l'assemblage. Il est boulonné à la plaque frontale de la poutre par des vis à tête conique presque imperceptibles.

Les raidisseurs ne devaient pas venir perturber la clarté et la transparence de la structure porteuse, ni depuis l'intérieur, ni en perception depuis l'extérieur. Les diagonales généralement apparentes dans une construction à ossature métallique, les tirants et les barres de compression ont ainsi été posées dans les limons d'escalier et quelques murs fermés. Les barres diagonales sont boulonnées par des vis filetées et des écrous à des éclisses aux extrémités des poteaux muraux. Trois poutres treillis-échelles, dissimulées dans des armoires murales hautes de deux mètres, assurent un contreventement supplémentaire à l'étage. Le raidissement horizontal est

assuré par un contreventement au-dessus de la construction en tôle trapézoïdale de la toiture.

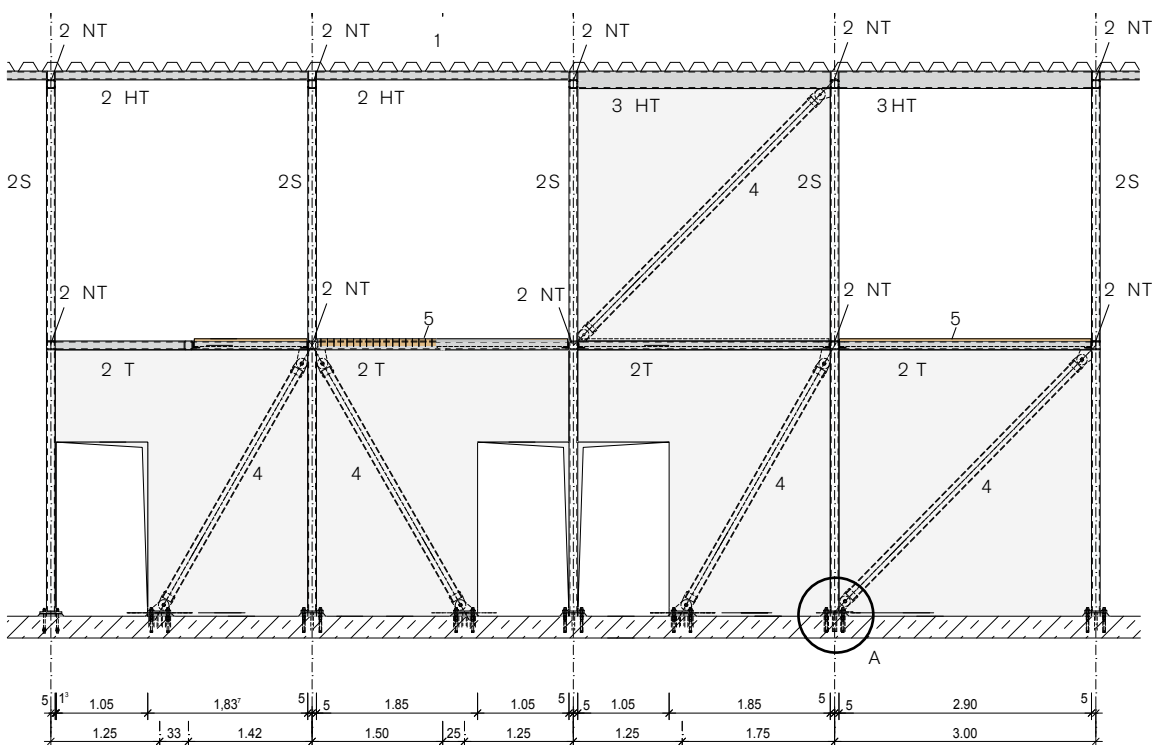
#### La planification itérative garantit les objectifs et la qualité

La planification a été réalisée avec tous les acteurs impliqués dans un processus itératif dès le départ. Celui-ci a été particulièrement pertinent pour les liaisons des poutres qui ne devaient pas avoir de détails saillants. Celles-ci sont mises en œuvre par un détail régulier en huit points pour lesquels les épaisseurs de matériau et les géométries sont variables.

En haut : la clarté et la transparence étaient importantes pour les architectes. C'est pourquoi ils ont utilisé les limons des escaliers et les murs pour y placer des raidisseurs diagonaux, des tirants et des barres de compression.

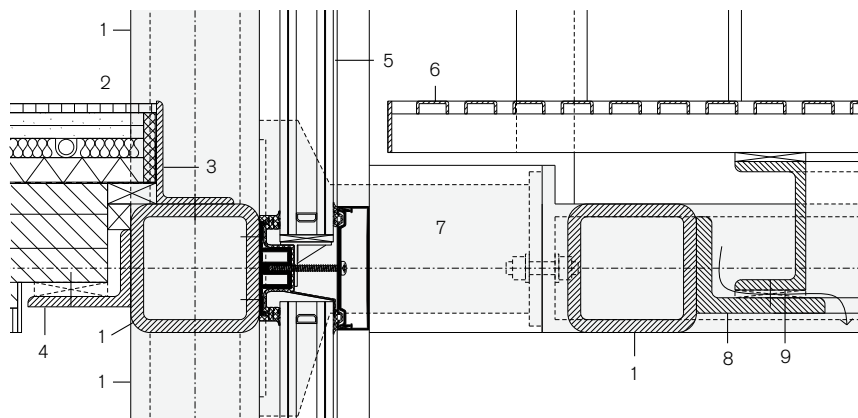
En haut à gauche : pied de poteau, échelle 1 : 15.

- 1 SHS 100 × 10 mm
- 2 RHS 120 × 60 × 8 mm
- 3 Éclisse, S355, t = 12 mm
- 4 Plaque acier, 250 × 250 × 20 mm
- 5 Couche de mortier, t = 40 mm
- 6 4 × douille d'ancrage, M20 × 180, 8.8
- 7 4 × goujon de cisaillement Ø 45 mm, l = 150 mm alésage Ø 65 mm, l = 125 mm
- 8 Goujon M22, 8.8
- 9 4 × M20 8.8 longueur de tige filetée = 135 mm Montage avec écrou et rondelle plus rondelle 60 × 60 × 8 mm, trou surdimensionné Ø 30 mm
- 10 Dalle de plancher, h = 25 cm



Aperçu de conception des raidisseurs muraux, échelle 1:90.

- 1 FischerTRAPEZ AK 100/275
- 2 SHS 100 × 10 mm
- 3 SHS 200 × 100 × 10
- 4 RHS 120 × 60 × 8 mm raidisseur diagonal
- 5 Nervures légères Q3 Z1 acoustiques (116) 2869 × 2869 mm
- HT Poutre maîtresse
- NT Poutre secondaire
- S Poteau
- T Poutre
- A Détail du pied de support



Coupe verticale liaison  
Vitrage fixe rdc à balcon,  
échelle 1:5.

- 1 Poutre acier profil creux  
100 × 100 × 10 mm
- 2 Structure du plancher intérieur : moquette, plaque porteuse en élément de bois massif, Nervures légères Q3 Z1 acoustiques (116)
- 3 Équerre acier de clôture
- 4 Équerre acier d'appui
- 5 Vitrage isolant double  
 $U_g = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  ;  
valeur  $g$  0,37
- 6 Caillebotis 40 mm, sablé et poudré, classe anti-dérapante R11
- 7 Acier plat pénétrant (pénétration de façade)
- 8 Équerre acier d'appui
- 9 Construction en sous-face du balcon : trame de profilés acier C 50 × 100 mm (selon statique), à revêtement F30

La planification accompagnant la construction a permis d'optimiser les détails clés avec l'entreprise de construction métallique exécutive. Au moment de l'attribution du contrat, des potentiels d'économie ont pu être prévus, puis réalisés dans la conception intérieure et dans le revêtement de protection contre les incendies.

Un bâtiment temporaire n'aurait pas nécessité de protection spéciale contre les incendies, c'est pourquoi la structure en acier était à l'origine destinée à rester nue. Les exigences actuelles de la classe de protection incendie F30 sont désormais remplies avec une durée de résistance au feu de 30 minutes assurée par un revêtement de protection incendie réactif. Cinq couches auraient donné une surface plus lisse; moins de couches donnaient une surface légèrement plus rugueuse, mais le prix était nettement moins cher: c'est cette dernière option qui a été retenue.

Pour assurer la qualité, un prototype de la structure porteuse a été créé et le revêtement de protection incendie y a été testé. Une attention particulière a également été portée à l'épaisseur du cordon de soudure, aux tolérances des joints et aux désalignements. Le modèle garantissait la production, le rendu final et aussi le prix.

#### L'avantage de la préfabrication

Le potentiel de la préfabrication a pu être pleinement exploité: dès le processus de conception, un grand nombre de nœuds identiques, d'éléments de mêmes longueurs, de sections identiques et de principes d'assemblage identiques ont été établis. La structure primaire a été livrée préfabriquée sur le chantier: poteaux avec plaque de base, poutres avec leur système d'assemblage spécifique, escaliers, garde-corps, profilés trapézoïdaux, raidisseurs et éléments du plancher en bois. Le revêtement coupe-feu des éléments porteurs en acier a également été réalisé en usine. La préfabrication des éléments isolés est intégrale. Pour simplifier les détails de conception, les nœuds ont été divisés en groupes de différentes contraintes. Cela a permis de réduire les nœuds

complexes, pour pouvoir éviter, globalement, les interventions particulières comme le soudage des raidisseurs ou l'ajustement des épaisseurs de paroi.

La structure tridimensionnelle de poteaux et de poutres de même longueur et dimensions a permis de les fabriquer en masse; les assemblages de poutres en huit variantes pouvaient également être fabriqués par quantités de 5 à 224. Les quantités élevées et l'utilisation de profilés de base classiques, courants dans le commerce, ont permis une bonne maîtrise des coûts.

Les longueurs des composants ont été choisies de manière à pouvoir être facilement démontées, transportées et réutilisées après ajustement des zones de liaison. Ce choix pour la préfabrication a permis d'assembler la structure porteuse très rapidement et contribué à l'assurance qualité des assemblages en bout. Ce qui peut s'avérer être un problème logistique si les conditions locales sont exigües mais cela n'a joué aucun rôle ici. Les composants élancés pouvaient au besoin être stockés de manière peu encombrante, mais ils étaient généralement livrés et installés dans la foulée. Pour l'exécution, il a été possible de sélectionner une entreprise pouvant garantir les exigences de qualité de l'assemblage avant l'attribution du contrat et fournir des références correspondantes. Car malgré la simplicité supposée, la production et l'assemblage ont nécessité un degré de précision élevé pour pouvoir assurer l'aspect filigrane et la bonne interface avec la planification de la façade.

#### Modularité et adaptabilité

Modulaire et démontable, cette structure porteuse, primaire, permet de réaliser ultérieurement à frais réduits des ajustements structuraux et des extensions. Les ingénieurs ont voulu éviter un maximum d'éléments de personnalisation (trous, découpes) et surtout faciliter le montage et le démontage. La plupart des composants sont boulonnés. Outre ces assemblages boulonnés, les appuis des poutres sur les poteaux sont encastrés pour assurer un bon contact. Les câbles électriques et les prises sont intégrés dans les profilés creux; ils sont directement accessibles via des trappes. Ils sont donc à nouveau facilement démontables, un avantage par rapport aux assemblages solidaires de la structure. Les ouvertures prédéfinies pour les installations de lignes et gaines dans les poteaux sont évidées lors de la préfabrication en usine. La conception doit donc être précise car les modifications sont difficilement réalisables sur place ou entraînent des finitions disgracieuses.

La trame de 3 mètres détermine non seulement la structure porteuse, mais également le second-œuvre.

Les planchers sont composés de plates-formes carrées qui forment des sortes « d'îlots de travail » et prolongent la structure légère. La disposition relativement dense des poteaux permet de multiples usages car la surface est ainsi équipée assez uniformément en électricité, prises informatiques et éclairage puisque les connexions électriques et les média sont acheminées dans les poteaux. La trame et la structure influencent donc aussi le standard d'ameublement et deviennent elles-mêmes mobilier. L'assise du plancher se compose d'éléments préfabriqués, elle est donc facilement transformable. Même la façade est démontable car ses profilés de fixation sont boulonnés aux poutres et aux poteaux de la structure porteuse. Une fois leurs profilés de fixation desserrés et les vitres retirées, la façade peut être démontée et dispatchée en composants d'origine. À l'exception de la dalle de plancher et des fondations ponctuelles, le bâtiment est en grande partie conçu sans béton. Au démontage, les composants peuvent presque entièrement être répartis par types, puis réutilisés à l'identique ou dans d'autres structures. La même chose aurait pu être obtenue avec une construction en bois, mais au détriment de la structure porteuse filigrane des piliers qui était le fil directeur de la conception. Prendre en compte, comme pour ce bâtiment, les objectifs de réduction des structures porteuses et de facilité de désassemblage des structures primaires, secondaires et tertiaires, permet d'atteindre un haut niveau d'adaptabilité et de réagir avec souplesse aux exigences futures.

### Créer un confort ambiant

La structure porteuse ajourée et le concept de « la pièce » contribuent à une utilisation efficace de l'espace. La grande part d'espace aérien « inutilisable » est compensée par l'entremêlement des cheminements et des surfaces utiles. Il n'y a pas de zones d'accès monofonctionnelles typiques de type couloir. Cependant, la légèreté de la structure réduit sa masse alors que celle-ci aurait pu contribuer à améliorer l'acoustique. L'usage de matériaux insonorisants dans le second-œuvre pallie cet inconvénient. Grâce à la transparence élevée, la lumière incidente éclaire bien les postes de travail, et de façon uniforme. La forte proportion de vitrages en façade couplée à la légèreté de la structure implique un risque de surchauffe en été. Les vitrages pare-soleil et la protection solaire structurale de l'avant-toit périphérique et des balcons ainsi que des nombreux arbres à proximité s'opposent à ce phénomène. Le plancher chauffant du rez-de-chaussée contribue également au confort de ces espaces : avec sa structure de 50 mm, il fait masse et peut absorber une partie de l'apport calorifique estival. L'exploitant mise sur la ventilation naturelle. Les profilés de



ventilation de façade assurent une ventilation de base. Des fenêtres basculantes en façade et une lucarne centrale en toiture s'ouvrent par commande centrale pour fournir de l'air frais aux utilisateurs.

Le plan ouvert des étages, qui possèdent une hauteur de 2,90 m, a un effet accueillant et convivial et favorise la communication. La fine structure porteuse dégage une légèreté soulignée par la transparence de la structure à montants et traverses entièrement vitrée de la façade. La vie future dans cette « pièce » et son atmosphère d'apprentissage lumineuse et joyeuse devraient sensiblement améliorer le campus environnant.

Modulaire et démontable, cette structure porteuse, permet de réaliser ultérieurement à frais réduits des ajustements structuraux et des extensions. La position étroite des piliers permet une utilisation variable. Les connexions électriques et les média sont acheminées dans les poteaux et les surfaces peuvent être utilisées de manière uniforme et neutre.

**Projet** Maison des étudiants, Université technique de Braunschweig

**Lieu** Braunschweig (D)

**Maître de l'ouvrage** Land de Basse-Saxe, Université technique de Braunschweig (D)

**Ingénieurs structure** knippershelbig Ingenieure GmbH, Berlin (D)

**Architectes** Gustav Düsing & Max Hacke GbR, Berlin (D)

**Entrepreneur construction en acier** Cornils GmbH, Bergen (D)

**Type de construction** Ossature métallique

**Préfabrication et montage** Profilés des poteaux, y compris réceptacles de poutres pour les liaisons aux traverses et aux pieds; traverses (poutres), escaliers, garde-corps, profilés trapézoïdaux de toiture, raidisseurs diagonaux et treillis, éléments de plafond en bois.

**Nuances d'acier** S235; S355

**Poids** Env. 115 t

**SP brute** 1313 m<sup>2</sup>

**Dimensions** 31,10 m × 31,10 × 7,00 m

**Usage** Salles d'étude, de convivialité et de travail

**Coût global** Env. 5,0 millions d'euros

**Durée du chantier** Env. 26 mois

**ACHÈVEMENT DES TRAVAUX** Juin 2022 (probablement)

**Protection des surfaces et protection incendie**

Revêtement DSB F30 des éléments porteurs avec du Sika Unitherm Platinum (en usine)

**Efficacité énergétique / Durabilité** Standard du décret allemand sur les économies d'énergie (EnEV), utilisation régénérative de l'énergie via deux sondes thermiques



