

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^e 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 icône industrielle

Maître de l'ouvrage

Bath Spa University

Ingénieurs structure

Mann Williams

Architectes

Grimshaw

Achèvement des travaux

2019



Situation sans échelle.

La conversion de l'ancienne usine de meubles Herman Miller en écoles d'art et de design à Bath, en Angleterre, a nécessité une manipulation délicate du bâtiment existant. C'était le seul moyen de préserver non seulement la valeur matérielle mais aussi la valeur immatérielle : le concept architectural qui place le processus de production au centre du concept. La construction en acier historique avec sa capacité d'adaptation y joue un rôle central.

La conception originale de la « Herman Miller Action Factory » a élaboré une structure très flexible qui a pu facilement être réutilisée dans la conversion de l'usine en université pour les écoles d'art et de design de Bath du campus Locksbrook.

Créer une icône n'a rien d'évident. Avec leur Lounge Chair, Ray et Charles Eames ont réussi à en créer une, connue dans le monde entier, souvent copiée et pourtant jamais surpassée. Peu de gens savent que la première production industrielle de ce fauteuil s'est faite dans l'usine de Herman Miller, Inc., une entreprise de meubles américaine. Le design américain étant également recherché en Europe, l'entreprise a prévu un autre site de production en

Grande-Bretagne dans les années 1970. Max De Pree, le fils de Dirk Jan De Pree, fondateur de Herman Miller, fut le responsable de ce nouveau projet de construction. Les De Pree appréciaient la valeur d'un bon design et du travail de leurs employés, points qui devaient également se refléter dans le nouveau bâtiment de l'usine. Maître de l'ouvrage, Max a conçu un bâtiment qui s'adapte aux besoins changeants des utilisateurs passés et futurs, qui



autorise des changements d'usage, favorise également la démocratie et l'égalité au travail et, enfin et surtout, qui était à l'image de la position avant-gardiste des solutions de design des produits d'ameublement de l'entreprise.

À cette époque, ce sont les architectes Farrell/Grimshaw Partnership de Londres qui ont reçu la commande de cette nouvelle usine de production à Bath. De Pree a justifié son choix par la « bonne alchimie » qui régnait entre lui et le co-fondateur, Nick Grimshaw. Ils avaient les mêmes attentes vis-à-vis de l'architecture : pour tous deux, le bien-être des usagers, la flexibilité de l'espace et l'intégration du bâtiment dans son environnement ou son insertion dans le contexte étaient des points primordiaux. Le bien de la communauté, et non la réussite d'un individu, telle était la prémisse de De Pree. Avec cette approche, le maître de l'ouvrage et les architectes ont sans nul doute créé une icône de l'architecture industrielle anglaise.

Un témoin de son temps

Les travaux de la « Herman Miller Action Factory » furent achevés en 1976. Le bâtiment de près de 55 000 m² représentait une innovation pour son époque et a remporté plusieurs prix. Il reflète le concept de bureau en open space de Herman Miller Inc. : l'idée d'un changement permanent dans la vie professionnelle quotidienne avec les modules et éléments développés à cet effet (voir fig. p. 26).

Le bâtiment de l'usine a été classé monument historique en 2013 pour son architecture et sa place dans l'histoire de l'architecture. D'une part, il est un représentant exemplaire d'un bâtiment industriel des années 1970 construit pour un maître d'ouvrage visionnaire. D'autre part, il s'agit d'une première œuvre importante de l'un des architectes contemporains les plus représentatifs de Grande-Bretagne, œuvre qui recèle de nombreuses caractéristiques du mouvement high-tech britannique. Outre son utilisation de façades high-tech, d'éléments préfabriqués et l'exposition visible de composants techniques, le bâtiment possédait aussi un potentiel évolutif. C'était bien là un point qui a permis de l'adapter par les travaux de rénovation actuels et de le transformer en faculté d'art et de design.

Une transformation sans perte

La « Herman Miller Action Factory » répertoriée a été utilisée comme usine jusqu'en 2015. Puis, après presque 40 ans de production, Herman Miller, Inc. a décidé de vendre le bâtiment à l'Université de Bath Spa. La faculté d'art et de design, auparavant répar-



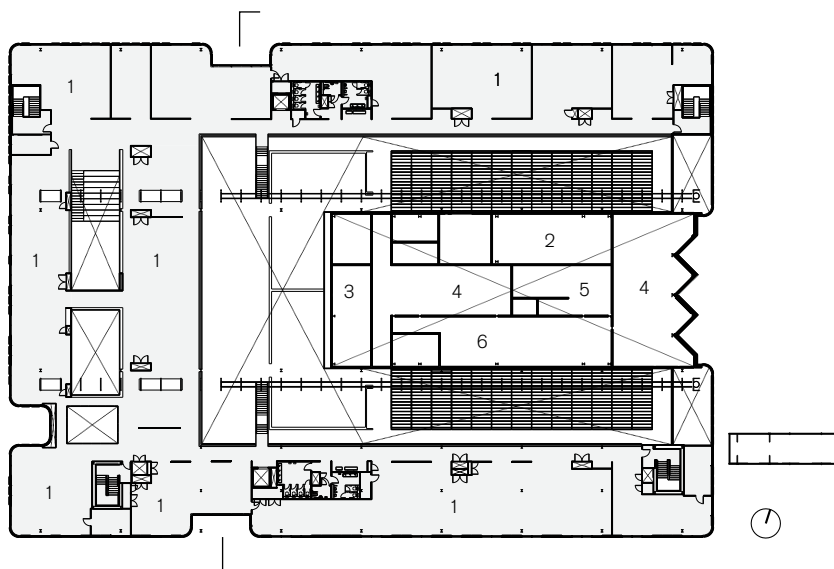
La façade à panneaux modulaires a été modernisée pour ce changement d'usage.

tie sur plusieurs sites et bâtiments, y a été regroupée. Début 2016, le nouveau maître d'ouvrage a obtenu un permis de construire pour modifier la destination du bâtiment existant, suite à quoi il a chargé l'équipe dirigée par Grimshaw Architects de le convertir en nouvelle université. Les architectes ont converti l'installation de production en un établissement d'enseignement et ont en même temps assuré sa préservation, donc l'avenir du bâtiment. Ce faisant, ils devaient améliorer l'aménagement intérieur et augmenter l'efficacité énergétique sans trahir l'esprit d'origine, tout en s'adaptant aux exigences de la préservation historique.

Modernisation énergétique

Toute la façade a dû être modernisée afin que le bâtiment du campus de Locksbrook réponde à nouveau aux besoins énergétiques actuels. Le système de façade se compose de panneaux modulaires, ce qui a permis les modifications ou extensions exposées. Ces panneaux pleins, vitrés, à lamelles et à portes, interchangeables, peuvent être démontés et remplacés par des panneaux neufs sans personnel spécialisé. Pour le permettre, la sous-structure a été développée comme une ossature en acier autoportante sous-jacente (montants 305 × 305 × 94 UC – poutrelles britanniques universelles ; traverses : 127 × 63,5 × 3,6 RHS). Herman Miller a utilisé cette fonctionnalité plusieurs fois lorsqu'il était propriétaire du bâtiment car le besoin d'espaces de bureaux et de zones de contrôle R&D a augmenté au fil des ans. Cette modularité fait partie de l'expression architecturale de la création originale.

Malgré quelques dommages dus à la condensation et à la corrosion, notamment sur les pieds des montants de la structure métallique, environ 90% du système a pu être conservé. Les montants et les traverses de façade ont été numérotés, enlevés, nettoyés, réparés et sablés, dotés d'un nouvel enduit et réinstallés à leur emplacement d'origine. Certains éléments durent malgré tout être remplacés, principalement des éléments situés dans les angles des



En haut: 1^{er} étage, échelle 1:1000.

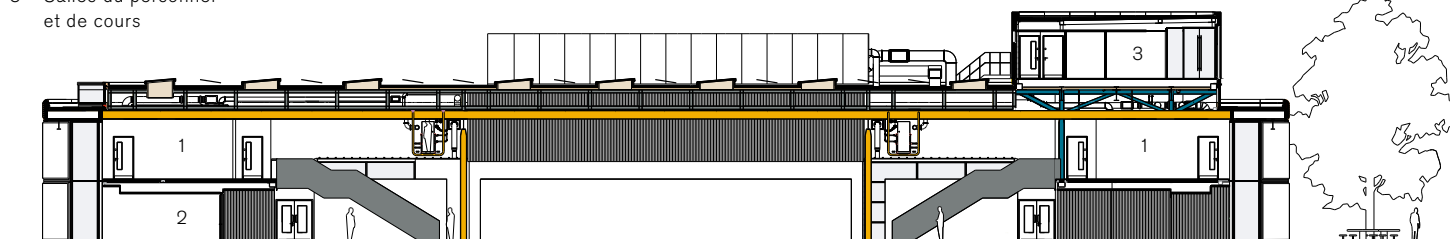
- 1 Salle d'étude, un seul niveau
- 2 Atelier métallique
- 3 Laboratoire 3D
- 4 « Making Space »
- 5 Sculpture
- 6 Atelier bois

En haut à droite: construction des nouveaux puits de lumière. Les poutres secondaires existantes (jaunes) sont surélevées par de nouvelles poutres échelles métalliques (grises) sur lesquelles reposent les panneaux de bois lamellé-croisé des nouveaux puits de lumière.

Coupe nord-sud, échelle 1:400.

La structure porteuse d'origine (jaune) est constituée d'éléments structuraux linéaires. Une poutre primaire continue repose sur chacune des quatre rangées d'appuis (poteaux tous les 10 m). Des poutres secondaires y sont fixées perpendiculairement, à 2,5 m d'intervalle. Celles-ci enjambent les trois travées de 20 m que forment les quatre rangées de poteaux. Des puits de lumières illuminent les nouvelles mezzanines.

- 1 Salle d'étude
- 2 Bureau / Salle d'entretien
- 3 Salles du personnel et de cours



bâtiments et exposés aux intempéries sur deux faces. Le remplacement a été effectué avec les profilés métalliques retirés de la façade pour créer de nouvelles ouvertures spacieuses. Ce procédé a permis d'appliquer les principes de l'économie circulaire: réparation, recyclage et évitement de production de déchets en n'employant pratiquement que des matériaux existants et presque aucun nouveau profilé métallique. Le changement le plus notable a été le nouveau vitrage de la façade: les architectes ont fait remplacer le simple vitrage existant par un double vitrage et renouvelé les joints en caoutchouc.

La production est toujours au centre des préoccupations

Aujourd'hui comme à l'époque, la façade est montée sur la structure métallique historique peinte en jaune. Celle-ci était encore bien conservée, elle avait été conçue de telle manière qu'il était et est toujours possible d'utiliser librement l'intérieur, de manière flexible. La structure porteuse de 6,5 m de hauteur n'a qu'un seul étage et suit une trame simple de 10 m x 20 m. Quatre rangées de poteaux, deux dans l'axe de la façade et deux à l'intérieur, créent un espace à trois nefs. Les poutres primaires continues (533 x 210 x 82 UB – poutres britanniques universelles) reposent sur tous ces poteaux, puis les poutres secondaires (406 x 178 x 54 UB) reposent transversalement tous les 2,5 m sur les poutres primaires. Alors que la portée entre les poteaux des



poutres primaires n'est que de 10 m, les poutres secondaires enjambent 20 m entre deux poutres primaires. De plus, les poutres secondaires dépassent de 3 m du plan de façade et portent à leurs extrémités les têtes de profilés de la structure autoportante de façade. Un contreventement est disposé côté est et ouest dans la première travée des poutres secondaires dans le plan de toiture, sur toute la largeur du bâtiment. Il absorbe les charges horizontales provenant des têtes des montants. La stabilité de l'ensemble est assurée par les pieds de poteaux fixés dans les fondations.

Pour la transformation d'un hall d'usine en salle de classe, les architectes ont travaillé en étroite collaboration avec l'équipe académique et technique du nouveau maître de l'ouvrage. Le concept spatial et statique de base s'est avéré si solide et flexible que des ajustements et des conversions ont été possibles sans aucun problème. Même aujourd'hui, les usages du bâtiment s'organisent autour de la « production ». Cependant, dans le fonctionnement universitaire, les nouvelles icônes du design sont conçues de façon beaucoup plus expérimentale que dans la production de meubles de l'époque. Aujourd'hui, l'ouverture entre les salles est destinée à favoriser les rencontres fortuites et l'échange de connaissances entre les disciplines, soutenus par des relations visuelles et les parcours croisés des étudiants. Le « Making Space » est situé au centre du bâtiment.



Il s'agit de caissons acoustiques de 6 m de haut qui utilisent la hauteur libre du bâtiment et dans lesquels, isolés acoustiquement, se trouvent les ateliers à fortes émissions sonores. Il est entouré de salles d'étude qui fonctionnent comme des espaces de travail ouverts et sont restés utilisables séparément et adaptables. La mezzanine accueille de nouvelles surfaces d'atelier éclairées par la lumière du jour via des puits de lumière.

C'est une nouvelle structure de toiture surélevée qui a rendu possible l'insertion de puits de lumières (voir fig. p. 24 ci-dessus). Elle est faite de panneaux de bois lamellé-croisé de 60 mm d'épaisseur reposant sur des poutres-échelles métalliques. La structure se compose de profilés en acier solidaires les uns des autres, les montants étant disposés tous les 2,50 m entre les membrures. Ces poutres, d'une hauteur statique majoritairement de 0,810 m, sont disposées au-dessus de chaque poutre secondaire et, pour ainsi dire, les dépassent. Ainsi se crée un nouveau plan de toiture plus élevée. Les nouvelles poutres sont fixées à la poutre secondaire existante aux tiers. L'ancien plan de toiture ayant été supprimé et les anciennes poutres secondaires n'ayant plus de maintien horizontale, ces nouvelles liaisons statiques empêchent les poutres secondaires de basculer. Des croix de Saint-André en tiges d'acier (ROD 12) sont ajoutées pour conférer à la nouvelle construction sa stabilité.

Durable dans un cadre large

La partie sud de l'édifice, une nef latérale a été surélevée. Ce nouveau cube de verre accueille les salles du personnel et de cours. Cependant, parler de surélévation n'est pas tout à fait exact car le nouveau plancher s'intègre en fait dans la structure existante de manière statiquement indépendante. Il repose tous les 10 m sur une structure à portiques, chacune étant composée d'une poutre à treillis (membrures 203 × 203 × 86 UC; diagonales 152 × 152 × 30 UC, dia-

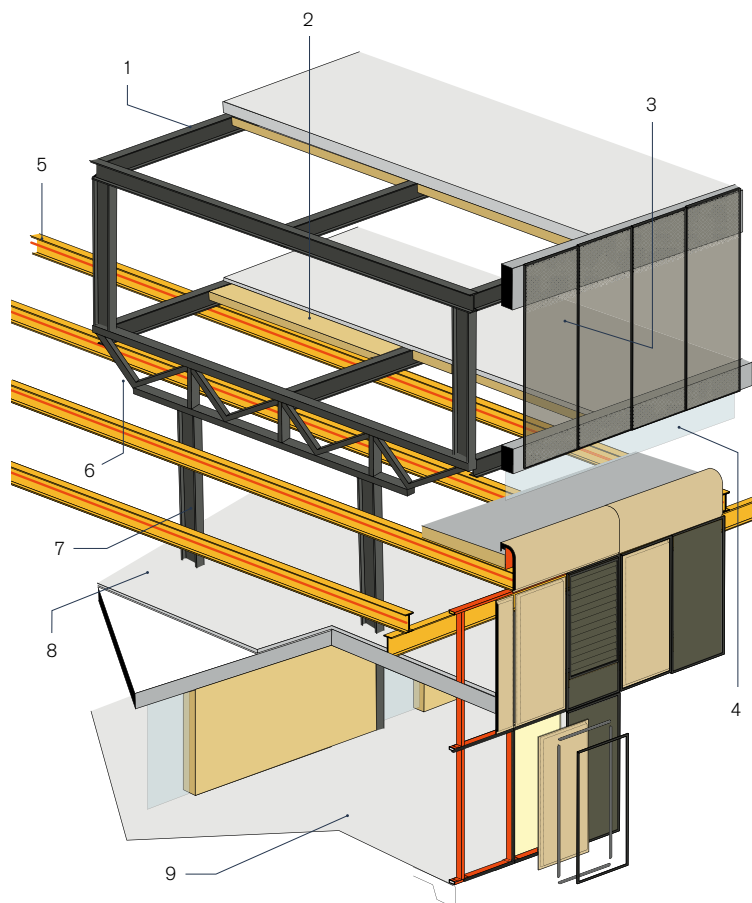
gonales en porte-à-faux 203 × 203 × 60 UC) et de deux poteaux (254 × 254 × 107 UC) qui s'entremêlent à la construction existante. Comme tous les ajouts structurels, cette construction est réversible et peut être démontée sans endommager la structure existante.

Ces extensions indépendantes, associées au choix de la plus préservation maximale et de la plus grande réutilisation possible de tous les composants, ont un impact positif sur le bilan CO₂. La conservation de la dalle de plancher a permis à elle seule d'économiser 460 t de CO₂, tandis que réutiliser la structure en acier préservait 1400 t de CO₂. Le bâtiment dispose également d'un système de recyclage de l'eau et d'une installation photovoltaïque sur le toit qui alimente le bâtiment en électricité. Néanmoins, les concepteurs ont sciemment pris une décision à l'encontre de la certification Bream car ils avaient constaté que leur note aurait été plus élevée s'ils avaient démolé et reconstruit. La raison en est en partie que l'énergie grise n'est pas incluse dans ces calculs. Le bâtiment, en si bon état après 40 ans et

En haut à gauche: la structure en acier du nouvel étage (en gris) au-dessus de la nef sud s'intègre à la structure existante (en jaune) de façon statiquement indépendante.

En bas: vue éclatée avec le nouveau étage au-dessus de la nef latérale.

- 1 Structure métallique Pavillon, 200 × 100 × 8 mm
- 2 Plancher en bois stratifié
- 3 Façade vitrée revêtue pour l'ombrage
- 4 Puits de lumière et système d'ombrage
- 5 Structure métallique existante, 406 × 178 × 54 mm
- 6 Poutre à treillis, 203 × 203 × 86 mm
- 7 Poteaux métalliques, 254 × 254 × 107 mm
- 8 Chape de ciment
- 9 Dalle en béton existante





Postes de travail d'une salle d'étude sur une mezzanine ajoutée avec de nouveaux puits de lumière.

qui s'adapte si facilement à l'évolution des besoins, est globalement durable même si ce label qui n'a pas été obtenu, ou précisément à cause de cela. Parce que la «Herman Miller Action Factory» historique est un excellent exemple d'un design bien stable dans le temps et de la restauration réussie d'un bâtiment historique. La rénovation moderne et le nouvel usage incluent l'économie circulaire et atteignent en même temps l'objectif de préservation du bâtiment avec tous ses composants essentiels. Quoi de plus durable que cette démarche de préservation par stockage du CO₂ et protection d'une icône architecturale? De cette manière, l'empreinte reste faible et le précieux patrimoine bâti est préservé dans sa réalité tangible. Et même revitalisé, utilisé et prêt pour le prochain demi-siècle.

En tant que site de production, la «Herman Miller Action Factory» doit pouvoir s'adapter aux besoins changeants des utilisateurs actuels et futurs.

La légèreté et la formabilité des plastiques renforcés de fibres de verre (GRP) ont été des critères clés dans le choix du matériau de façade.

Littérature :

- Bath Spa University, Bath School of Art & Design – The re-purposing of the Herman Miller furniture factory; Spencer Fereday, Director – Mann Williams, Civil & Structural Engineers

Project Écoles d'art et de design de Bath

Lieu Bath (GB)

Maître de l'ouvrage Université de Bath Spa (GB)

Ingénieurs structure Mann Williams, Bath (GB)

Architectes Grimshaw, Londres (GB)

Équipements techniques du bâtiment Arup, Londres (GB)

Construction Willmott Dixon, Hertfordshire (GB)

Entrepreneur construction en acier MJ Patch Engineering, Winford (GB)

Nuances d'acier S275 ; S355

Type de construction Poteaux et poutres métalliques sous forme de poutres à treillis ou de poutres échelles

Structure porteuse Structure à portiques métalliques

SP brute 8500 m²

Coûts 3050 £/m²

Achèvement des travaux 2019



