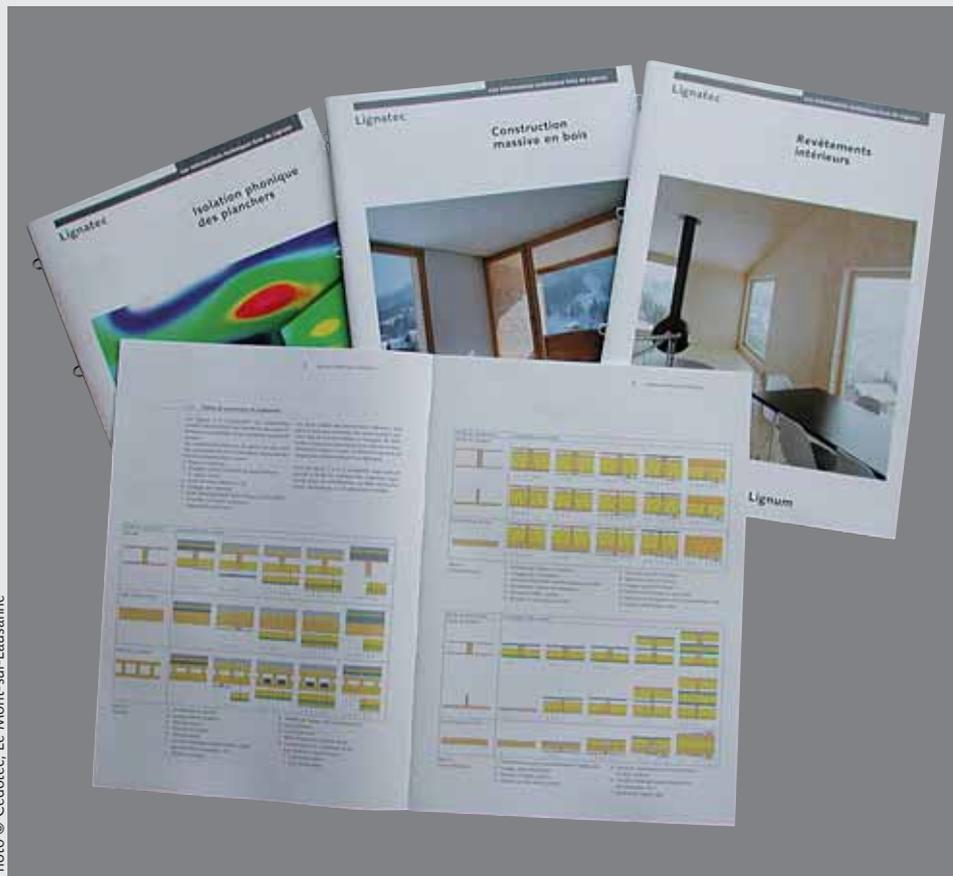




Construction bois – Halles

Types de systèmes porteurs

Pour en savoir plus: le Lignatec



Pour en savoir plus: le Lignatec, la documentation technique de Lignum.

Lignum, Economie suisse du bois, est l'organisation faitière de l'économie suisse de la forêt et du bois. Elle bénéficie du soutien de toutes les associations et organisations importantes de la branche, de l'OFEV et du Fonds du bois, alimenté à part égale par les forestiers et les scieurs. Lignum offre ses services dans les domaines de la technique et de la communication. Elle produit de nombreuses publications, dont une documentation technique, le Lignatec. Le Lignatec est un bulletin périodique traitant des thèmes relatifs au bois et aux matériaux dérivés du bois, ou touchant la construction en bois. Chaque numéro aborde un sujet d'actualité en le développant sous différents aspects. La thématique des structures a été abordée dans plusieurs numéros que vous pouvez consulter pour avoir des informations plus détaillées. Distribués gratuitement lors de leur publication à tout membre de Lignum, ils peuvent également être commandés sur le site internet de Lignum.

Office romand de Lignum
En Budron H6 / 1052 Le Mont-sur-Lausanne
021 652 62 22 / www.lignum.ch

Le bois: porteur éternel



Photo © Corinne Cuendet, Clarens

Au cours de son évolution l'homme a toujours utilisé le bois comme moyen d'édification. Ses propriétés statiques accompagnées d'un faible poids propre et d'une mise en œuvre simple ont en fait un matériau de construction universel. Or les impératifs économiques toujours plus exigeants ainsi que l'exploitation excessive de la forêt ont, par le passé, freiné son utilisation au profit d'autres ressources. Toutefois, de nombreux développements technologiques ont permis de rendre au bois ses lettres de noblesses.

Mais les contraintes industrielles et économiques actuelles sont telles que son utilisation pour la construction de halles se fait parfois oublier. Néanmoins, moyennant l'application de quelques principes structuraux de base, il peut parfaitement répondre aux exigences les plus pointues. La présente brochure illustre un nombre varié d'utilisation du bois pour des structures de grandes portées en évoquant ses nombreuses qualités structurelles, économiques et écologiques. Rappelons que l'emploi de ce matériau peut entre autres substantiellement réduire les temps de construction.

De plus, le bois était, est et sera toujours un des moyens porteurs les plus durables.

Structures porteuses des halles

Structure de façade et de stabilisation

Les façades de halles réalisées en bois sont fréquemment des éléments en ossature. Reprenant directement les charges verticales des éléments porteurs de toitures, ces derniers peuvent être si nécessaire renforcés au droit des points d'applications de charges. Le contreventement de ces parois est quant à lui généralement assuré à l'aide de croix de St-André ou de panneaux d'habillage.

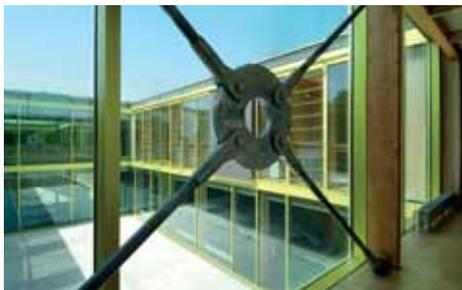
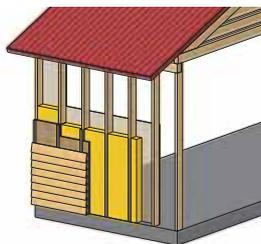
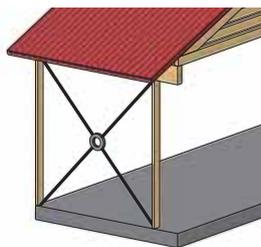


Photo © Corinne Cuendet, Clarens

Les poteaux des halles à grandes ouvertures, sont fréquemment liés rigidement à la structure de toiture, afin de créer des portiques. Ces piliers peuvent également être encastrés dans les massifs de fondation. De plus, lorsque ils sont tenus de résister aux impacts de véhicules, il peut être intéressant d'opter pour des poteaux en acier ou en béton armé.



Photo © Corinne Cuendet, Clarens

Structure de toiture

La conception d'une structure porteuse de toiture en bois est dictée par:

- le choix des matériaux
- le choix des connecteurs
- le choix de la géométrie

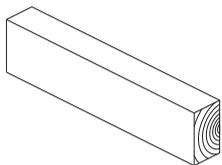
Ces choix doivent satisfaire des critères techniques liés aux portées et aux actions agissant sur la structure ainsi qu'aux exigences liées à l'architecture et à l'affectation du bâtiment.

Matériau bois

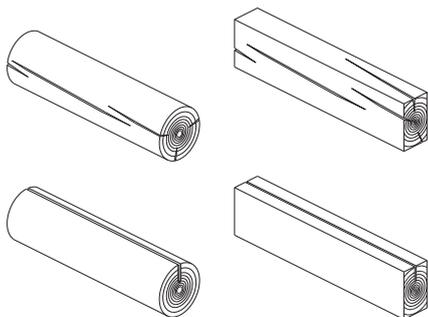
Bois massif (BM): de section circulaire (bois rond) ou rectangulaire (bois équarri) les bois massifs ont des dimensions limitées inhérentes à la taille des grumes arrivant à la scierie. Sont couramment admises des sections maximales de l'ordre de 400 mm de diamètre ou de 240 x 300 mm ainsi que des longueurs de 6 à 8 m.

Sur demande, il est cependant possible d'obtenir des dimensions plus importantes. Le séchage du bois et le rendement induit par la conicité des grumes (>5 mm/m) doivent alors être pris en compte.

Afin de limiter les fissures, les sections sciées sont généralement choisies hors cœur.



Lors de la mise en œuvre de bois avec cœur, des entailles de retraits permettent de limiter ces fentes et d'accélérer le séchage.



Afin de franchir de plus grandes portées en bois massif, il est possible de réaliser des poutres composées formées de 2 à 3 éléments superposés liés entre eux.

Classification sur la base du tri visuel, selon la norme SIA 265/1		Classe de résistance correspondante, selon SN EN 338
Classe de résistance I (CR I)	bois massif résistance normale (exigences particulières)	C24
Classe de résistance II (CR II)	bois massif résistance normale	
Classe de résistance III (CR III)	bois massif de moindre résistance	C20
Les bois ronds sont uniquement répartis dans les classes de résistance II et III		

Classes de résistance des bois massifs SIA -SN EN

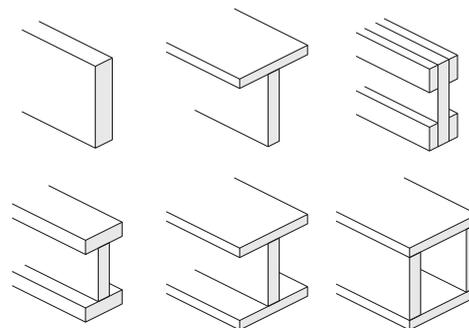
Bois lamellé collé (BLC): formées de planches superposées collées, les poutres BLC peuvent atteindre des sections de 200 x 2'000 mm et des longueurs de 30 m. Le BLC permet également de réaliser des poutres cintrées. Avant collage, les planches doivent être séchées, ce qui garantit au BLC une bonne stabilité dimensionnelle et évite les fissures. Le tri des planches permet d'obtenir différentes qualités de résistance mécanique.



Photo © Corinne Cuendet, Clarens

Poutre en BLC cintrée

Matériaux dérivés du bois (MDB): Les MDB peuvent être mis en œuvre pour réaliser des éléments porteurs qui, à l'aide de collages, permettent d'exécuter de nombreux types de sections.



Assemblages et géométries

Moyens d'assemblages

Le choix des moyens d'assemblages a une grande influence sur le coût d'une structure.

Il s'agit en principe de réaliser des structures avec le moins d'assemblages travaillant en compression possible. Les efforts peuvent alors être transmis par contact et quelques moyens de liaison (tenon, cheville en bois dur, clous, broches, vis) suffisent pour assurer le positionnement des pièces et pour reprendre d'éventuelles inversions d'effort.

Dans le cas des systèmes triangulés, les coûts liés au façonnage des nombreux assemblages et aux moyens de liaisons sont souvent déterminants. C'est pourquoi, bon nombre de «systèmes brevetés» sont apparus sur le marché.

La majorité des assemblages actuels est exécutée au moyen de clous, de broches ou de tiges collées.



Tiges collées

Géométries des systèmes porteurs

La géométrie d'un système porteur dépend des portées, des gabarits intérieurs et extérieurs ainsi que de l'architecture souhaitée.

On distingue les systèmes plans, formés d'une succession de poutres ou cadres, des systèmes spatiaux. Les systèmes porteurs plans peuvent être composés de poutres massives simples, de systèmes sous-tendus ou triangulés.



Photo © Corinne Cuendét, Clarens

Système poteau poutre

Les toitures en caissons ne portant que dans une direction sont assimilées à des poutres juxtaposées jointives.

Les performances statiques des systèmes spatiaux sont quant à elles généralement supérieures avec en contrepartie un degré d'exécution plus complexe.



Clous



Broches



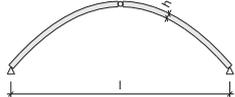
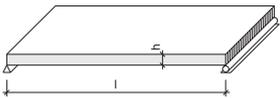
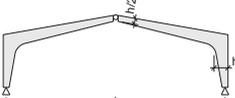
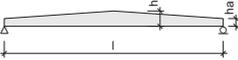
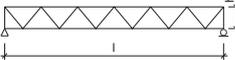
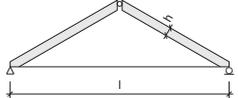
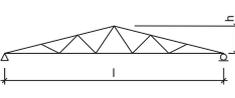
Système triangulé



Photo © Corinne Cuendét, Clarens

Système spatial

Géométries des systèmes porteurs avec approximation des hauteurs statiques

Forme	Système statique	Portée en m	Hauteur statique	Forme	Système statique	Portée en m	Hauteur statique
Caisson		5 – 20	$l/35$	Arc à trois articulations avec ou sans tirant		10 – 100	$l/40$
Plancher massif		5 – 20	$l/40$	Cadre à trois articulations		5 – 20	$l/35$
Poutre d'inertie constante, horizontale ou inclinée		5 – 35	$l/16$	Poutre continue d'inertie constante		5 – 35	$l/20$
Poutre en forme de toit avec intrados rectiligne		5 – 35	$l/14$	Poutre à membrures parallèles		5 – 35	$l/12$
Poutre en forme de toit avec intrados courbe		5 – 30	$l/12$	Poutre en forme de trapèze		5 – 30	$l/15$
Ferme à trois articulations avec ou sans tirant		10 – 50	$l/28$	Poutre pour toit à deux pans		10 – 50	$l/8$

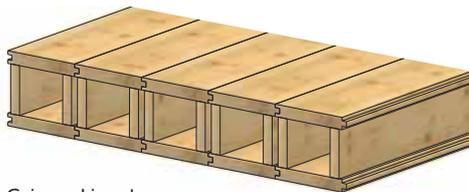
Systèmes porteurs standardisés

Systèmes de planchers et toitures

Afin de réduire la hauteur statique et, dans certains cas, éviter la mise en place de systèmes primaires et secondaires, de nombreux systèmes de planchers et toitures ont été développés.

Systèmes «caisson»

Formés de planches collées, les systèmes de planchers en caisson ou en T sont disponibles en diverses exécutions selon le type d'application et de finition désirés. (Lignatur, GFP de Schilliger, caissons Schuler,...)

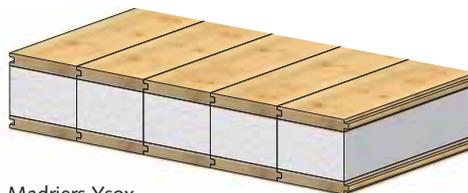


Caisson Lignatur

Systèmes «sandwich»

Formés de planches collées de part et d'autre d'un noyau en polystyrène et façonnés en madriers isolants, ces éléments peuvent offrir des solutions très économiques. En variant l'épaisseur du noyau et des planches de bois il est possible

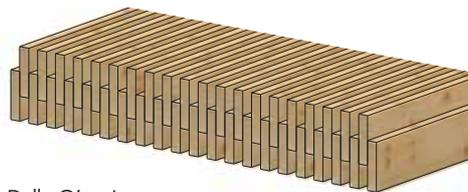
de modifier leur capacité portante et leur résistance au feu.



Madriers Ysox

Systèmes en planches juxtaposées

Il s'agit d'éléments formés de planches juxtaposées posées verticalement et liées entre elles par des clous, des tourillons ou des chevilles. (Bresta, O'pportune,...)



Dalle O'portune

Systèmes à assemblages «cloués»

Les poutres réalisées avec des assemblages cloués sont le plus souvent constituées de planches. De ce fait, l'espacement entre porteurs est relativement faible avec

pour conséquence de limiter l'utilisation des espaces en toiture. Pour pallier cet inconvénient, il arrive couramment que l'on regroupe les poutres, afin de laisser entre ces porteurs principaux des espaces plus importants.

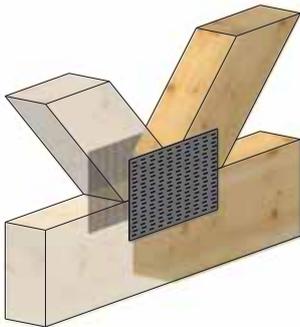
Système «Ariane»

Ces fermes triangulées sont réalisées selon un système de barres formées de planches juxtaposées. Cette technique permet d'assembler par simple clouage des planches croisées ou continues disposées en alternance. Lorsque les surfaces d'assemblages définies par le croisement des barres sont insuffisantes, des goussets en lamibois sont insérés entre les planches ou ajoutés latéralement.



Système «Gang Nail»

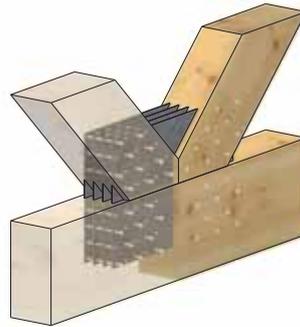
Ce système de plaques en tôle à dents embouties permet d'assembler les planches afin de réaliser des éléments triangulés. Disposées latéralement, les tôles sont fichées dans le bois à l'aide d'une presse. Les dimensions des plaques sont définies en fonction des efforts à transmettre. Un logiciel permet de générer le dimensionnement et les plans tout en fournissant les données numériques nécessaires au façonnage des éléments de charpente au moyen d'une machine de taille.



Système «Greim»

Ce système consiste à entailler les barres au droit des assemblages afin d'insérer de fines tôles d'acier. Les clous sont alors mis

en place sans pré-perçage des tôles. La possibilité de multiplier le nombre de tôles ainsi que leur déformation due au clouage (effet crampon) rendent ces assemblages particulièrement résistants. Ainsi, cette exécution permet de mettre en œuvre des sections plus importantes que les autres systèmes cloués qui se limitent aux simples planches.



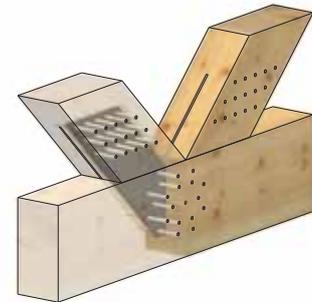
Systèmes à assemblages brochés

Les broches sont utilisées seules, avec en contrepartie une limitation de la capacité portante. C'est pourquoi elles sont généralement combinées à des tôles entaillées. L'acier et le bois doivent alors être façonnés

séparément avec grande précision afin de permettre la mise en place des broches, rendant ainsi l'exécution peu aisée. Différents systèmes ont donc été brevetés pour faciliter cette mise en œuvre.

Système BSB

Il s'agit d'une variante perfectionnée des assemblages brochés avec tôles entaillées. L'optimisation a été faite grâce à un choix de broches de petit diamètre, une multiplication des tôles et une disposition resserrée des broches. Cependant la mise en œuvre de machines à commandes numériques ainsi que de logiciels de dessin sont les conditions sine qua non au façonnage ultra précis exigé par ce type d'assemblage.



Systèmes SFS

Pour faciliter l'exécution d'assemblages par broches et tôles entaillées, une broche «autoforante» a été développée. Elle permet de percer le bois et les tôles d'acier (max. 3 tôles de 5 mm) préalablement insérées dans l'assemblage. Un outillage portable facilite, sans investissements importants, la réalisation de grandes structures. Cette technique est donc particulièrement adaptée aux petites et moyennes entreprises de charpente.



Broche SFS «autoforante»

Systèmes de tiges collées ou vissées

Système «Ferwood»

Il s'agit d'une application brevetée des assemblages à barres collées. Le principe est basé sur une résine développée initialement pour l'assainissement d'anciennes charpentes. Les barres métalliques sont disposées longitudinalement dans les pièces de bois et permettent la reprise des efforts au droit

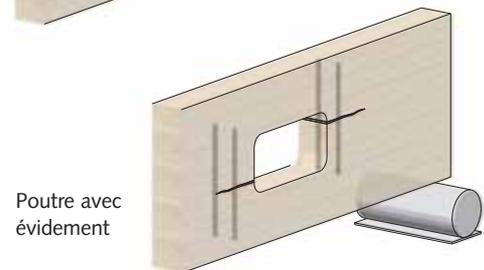
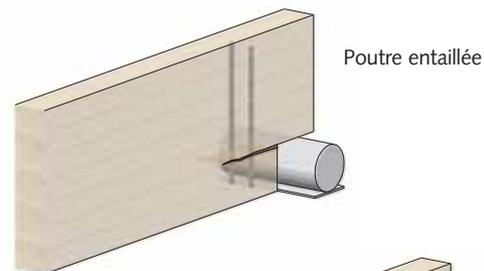
des assemblages. Un placement transversal permet de renforcer la résistance à la traction ou à la compression perpendiculaire aux fibres. Cette technique est également économique car elle ne nécessite que peu de pièces métalliques façonnées. De plus elle garantit la reprise d'efforts extrêmement importants moyennant une parfaite optimisation entre la résine de collage et le diamètre des barres d'acier.



Renforcements transversaux SFS

Ce système s'apparente aux tiges collées, cependant la liaison des barres est assurée mécaniquement par l'intermédiaire d'un filetage. Cette connexion n'est possible que pour des barres disposées transver-

salement aux fibres du bois. De ce fait, elles sont principalement mises en œuvre pour le renforcement de poutres BLC soumises à d'importants efforts perpendiculaires aux fibres. Dans de rares cas elles peuvent être mises en œuvre pour des assemblages et substituer un collage délicat sur chantier.



Protection incendie

Les documents de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) donnent une liste détaillée de classement du risque incendie selon l'affectation ou la nature du stockage des bâtiments. L'AEAI considère que le risque n'est élevé que lorsque l'affectation d'un bâtiment ou les matières qui y sont stockées présentent

Risque d'incendie	Faible à moyen	Élevé	
Charge thermique	< 1000 MJ/m ²	> 1000 MJ/m ²	
Affectation ou matériel stocké	Travail du bois Travail du plastique Vêtements textiles Articles papier	Boulangerie industrielle Moulin à céréales Produits chimiques Pneus	
1 niveau / dernier niveau	Aucune exigence EI 30	Aucune exigence EI 30	
2 ou 3 niveaux	Sans sprinkler	R 30 EI 30	R 60 (icb) EI 60 (icb)
	Avec sprinkler	Dimensions min. des sections EI 30	R 30 EI 30

Exigences requises pour les bâtiments administratifs, artisanaux et industriels

des dangers d'explosion ou qu'elles soient hautement inflammables.

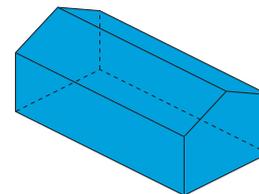
La surface maximale que peut atteindre un compartiment coupe-feu dépend en particulier de la charge thermique, du danger d'activation et de la hauteur de stockage. Sans justification par calcul, l'ensemble des surfaces constituant un compartiment coupe-feu ne doit pas dépasser 2'400 m². Dans les bâtiments, ouvrages et installations combustibles à plusieurs niveaux, la surface maximale est de 1'200 m².

Cependant, pour les affectations présentant un faible risque d'incendie, les surfaces des compartiments peuvent être augmentées, alors que pour les risques élevés, elles doivent être fixées en commun avec l'autorité de protection incendie au moyen d'un justificatif par calcul.

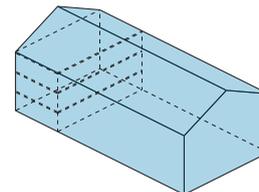
Les bâtiments artisanaux ou industriels sont fréquemment composés d'une halle de production d'un seul niveau et de locaux administratifs disposés sur plusieurs niveaux. Il est alors nécessaire de respecter les exigences imposées à la partie d'ouvrage comprenant le plus grand nombre de niveaux.

Afin de réduire cette exigence, un mur coupe-feu peut être érigé permettant ainsi de traiter les deux parties du bâtiment comme des constructions distinctes.

Bâtiment à un niveau

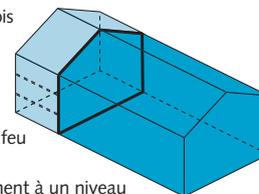


Bâtiment à trois niveaux



Bâtiment mixte avec mur coupe-feu

Bâtiment à trois niveaux



Mur coupe-feu

Bâtiment à un niveau

■ EI 30

■ REI 30 ou REI 60

Halles à un ou deux volumes avec et sans mur coupe-feu

Halle de montage Pilatus, Stans (NW)



Photos © Corinne Cuendat, Clarens

Lieu

6370 Stans

Maître de l'ouvrage

Pilatus Constructions
Aéronautiques SA, Stans

Entreprise générale

Bürli Generalunternehmung AG,
Lucerne

Architecte

Scheitlin_Syfrig + Partner, Lucerne

Ingénieur civil

Plüss Meyer Partner, Lucerne

Ingénieur bois

Lauber Ingenieurbüro für Holzbau,
Lucerne

Entreprise bois

ARGE Pilatus Holz, c/o Hector Egger,
Langenthal; Holzbautechnik Burch,
Sarnen

Système porteur

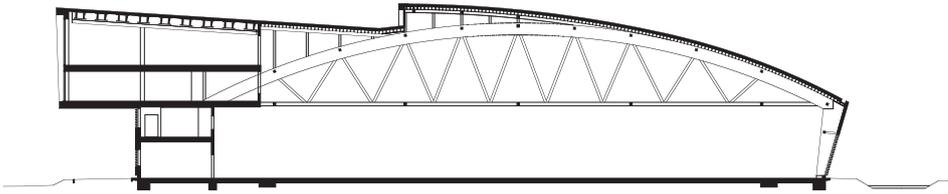
Arcs triangulés

Portée

61 m

Année

2008



L'avionneur helvétique Pilatus a érigé sa nouvelle halle de montage, essentiellement constituée de bois et de matériaux dérivés du bois, à deux pas de ses infrastructures existantes. Le bâtiment de 72 m par 122 m abrite 7'300 m² de surface de montage, des locaux administratifs et un centre d'informations pour les visiteurs. L'aire d'assemblage devait non seulement être dépourvue de tout cloisonnement, peu pratiques lors du montage des avions, mais également répondre à des impératifs écologiques et économiques. Il en résulte une impressionnante charpente en bois située à 10 m du sol avec pour unique appui les parois extérieures. Elle a volontairement été laissée apparente dans les ateliers tout en étant également visible depuis les bureaux et l'espace d'accueil. Ainsi mis en scène, le bois devient un véritable manifeste des préoccupations de la multinationale. De l'extérieur, le toit galbé de la halle lui confère une allure d'aile d'avion dont l'intégration dans le paysage environnant est élégante. De plus, les ingénieurs et les architectes ont su combiner de manière optimale la statique et l'esthétique dans cette tâche exigeante alliant de manière inattendue, ressource naturelle et production d'avions high-tech.

Centre logistique Swisspor, Boswil (AG)



Photos © Jürg Zimmermann, Zurich

Lieu

5623 Boswil

Maître de l'ouvrage

Alporit AG, Boswil

Architecte et ingénieur civil

Cadosch & Zimmermann GmbH
Architekten, Zurich

Ingénieur bois

Ivo Diethelm GmbH, Gommiswald

Entreprise bois

Blumer-Lehmann AG, Gossau

Système porteur

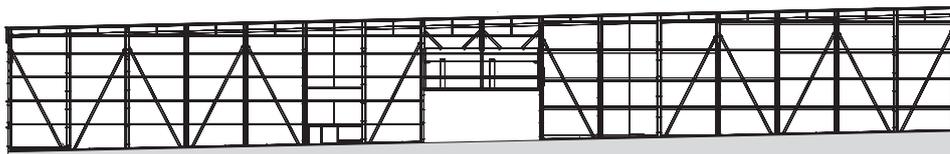
Poutres simples

Portée

41 m

Année

2006



La réalisation de cette halle représente une belle victoire du bois sur la construction métallique. En effet, le projet initial comprenait une charpente métallique, mais c'était sans compter sur les nombreux avantages du matériau bois. Ainsi suite à d'après discussions entre maître d'ouvrage et planificateurs, il s'ensuit une des plus grande halle en bois de Suisse avec 16'000 m² de surface couverte. Cette construction répond à de nombreux impératifs dictés par le maître d'ouvrage, à savoir: la couverture d'une surface étendue avec un nombre limité de piliers, un éclairage diurne naturel et un rapport coûts-utilité le plus bas possible. Les nouvelles prescriptions de protection incendie autorisent la construction de telles halles en bois. Cependant, les surfaces ne devant pas excéder 3'200 m², il a fallu séparer la halle en cinq compartiments distincts. La section des structures porteuses en bois lamellé-collé est de 180/2'000 mm ce qui leur permet d'atteindre une portée de 41,2 m. L'impressionnante ossature de cette halle a pu être réalisée en 8 semaines seulement. Le jeu de formes et de couleurs des façades confère à cet édifice un aspect moderne et dynamique.

Halles d'instruction polyvalentes, Bière (VD)



Photos © Magali Koenig, Lausanne

Lieu

1145 Bière

Maître de l'ouvrage

Confédération helvétique armasuisse
immobilier, Management de projets
de construction Suisse romande,
Lausanne

Architecte

Atelier Cube, Lausanne

Ingénieurs bois

Grignoli Muttoni partner SA, Lugano;
Fellrath & Bosso SA,
Le Mont-sur-Lausanne

Entreprises bois

André SA, Yens; Hector Egger
Holzbau AG, Langenthal

Système porteur

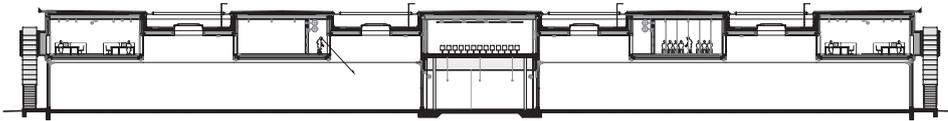
Poutres triangulées mixtes bois-béton

Portée

26 m

Année

2009



Le concours pour les nouvelles halles d'instruction de la place d'armes de Bière comportait deux types de locaux: deux halles tempérées de 1'000 m² avec de grandes portées, et une unité administrative chauffée, aux dimensions réduites. Le projet lauréat a réuni ces deux programmes en un seul bâtiment, les salles de cours, les bureaux et les salles d'instruction étant logés dans 5 volumes distincts suspendus au-dessus des halles. Cette typologie permet des gains d'énergie non négligeables, les locaux chauffés baignant dans un climat tempéré. La majorité des choix s'est faite dans l'esprit du développement durable.

Huit poutres triangulées de 35 m de long et 4,5 m de haut, isolées et percées de fenêtres, forment la structure principale. Chaque ferme a été préfabriquée en atelier en trois parties, transportée, assemblée au sol et levée sur les piliers. Une technique inédite a été mise en œuvre pour les réaliser: une construction en panneaux multiplis avec renforcement de la membrure tendue en béton précontraint et de la membrure comprimée en béton armé. Ce choix permet également de simplifier l'assemblage des trois parties.

Halles jumelles toilées, Riedholz (SO)



Lieu

4533 Riedholz

Maître de l'ouvrage

Borregaard Schweiz AG

Architecte

HP Gasser AG, Membranbau,
Lungern

Entreprise bois

n'H Neue Holzbau AG, Lungern

Système porteur

Portique

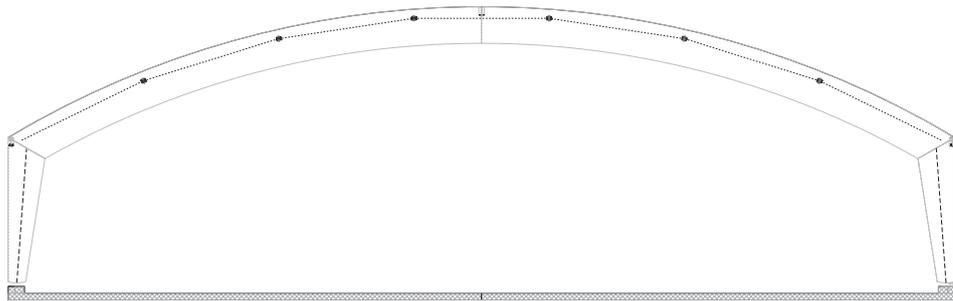
Portée

35 m

Année

2006





L'entreprise de cellulose Borregaard, dont la succursale suisse a été fermée, avait fait le choix d'une construction légère pour ses halles de stockage. Le principe consiste à tendre une bâche translucide sur une structure porteuse en bois. Cette dernière est constituée de poutre en bois lamellé collé en forme d'arc. Ainsi, il est possible d'obtenir une grande surface libre de piliers, ce qui laisse une grande liberté de déplacement aux engins de maintenances mécaniques. Ces toiles étant translucides, elles confèrent aux locaux, un éclairage diurne uniforme fort apprécié des employés. En plus du confort, des économies substantielles en terme d'énergie utile à l'éclairage peuvent être faites. Grâce à une technologie avancée, elles garantissent également un indice de protection incendie élevé.

La forme arquée confère à ce type de halle des lignes épurées dont la sobriété peut faciliter l'intégration de l'édifice dans son milieu. De plus, la légèreté de ce type de construction limite considérablement le temps d'exécution.

Halle industrielle VAC, Avenches (VD)



Lieu

1580 Avenches

Maître de l'ouvrage

VAC René Junod SA,
La Chaux-de-Fonds

Architecte

Baumgartner & Diserens
Architecture sàrl, Avenches

Ingénieur civil

F. Dreyfuss SA, Estavayer-le-Lac

Entreprises bois

Stauffacher Charpentes SA, Donatyre;
Ducret-Orges SA, Orges

Système porteur

Poutres triangulées
(pour la halle principale)

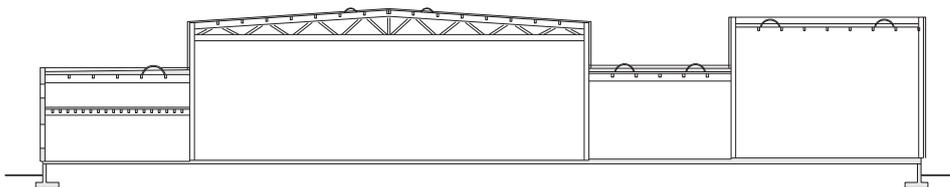
Portée

32 m

Année

2003





La société de vente par correspondance VAC basée à la Chaux-de-Fonds a choisi d'implanter son centre logistique à Avenches pour sa position centrée et proche des voies de communication.

Le choix du bois devait répondre à un programme architectural bien défini. En premier lieu, le bâtiment industriel devait être fonctionnel et efficace. Deuxièmement, il devait garantir le bien-être des employés.

A cet effet, la structure boisée a reçu une imprégnation blanche afin d'obtenir une luminosité maximale par effet de réflexion.

Les travaux de la seconde étape ont duré pas moins de sept mois et ont nécessité la mise en œuvre de 590 m³ de lamellé-collé et 180 m³ de bois massif. Les poutres triangulées de la halle principale ont une portée de 32 m pour un entre-axe de 8,5 m. Les porteurs principaux sont réalisés à l'aide du système breveté Ferwood® qui permet un rendement particulièrement élevé.

Ce projet démontre que le confort de travail procuré par le bois s'applique également aux structures industrielles et ne demande qu'à être utilisé.

Centre d'intervention et d'entretien BLS, Frutigen (BE)



Photos © Dominique Marc Wehrli, Regensdorf

Lieu

3714 Frutigen

Maître de l'ouvrage

BLS Lötschbergbahn AG Infrastruktur
Anlagen, Berne

Architecte

Müller & Truniger Architekten, Zurich

Ingénieur civil

Moor Hauser + Partner AG, Berne

Ingénieur bois

n'H Neue Holzbau, Lungern

Entreprises bois

Holzbau ArGe Frutigen, Frutigen;
Brawand Zimmerei AG, Grindelwald;
n'H Neue Holzbau, Lungern

Système porteur

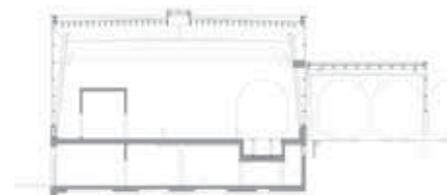
Portique

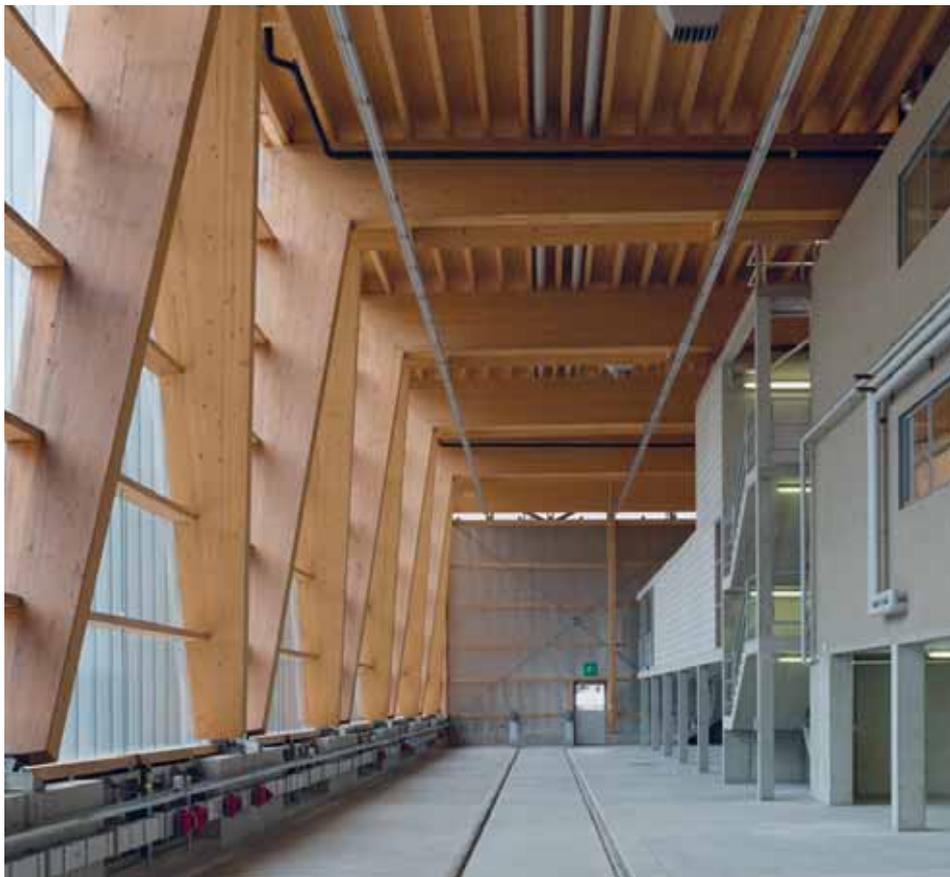
Portée

21,6 m

Année

2007





Dans le cadre des NLFA, un nouveau tunnel de base a été percé sur la ligne du Lötschberg. D'une longueur de 36 km il relie Frutigen dans l'Oberland bernois à Raron en Valais. A cet effet, un centre d'exploitation et de maintenance a été mis en place à Frutigen. Ainsi deux halles à toit plat longues de 70 respectivement 95 m ont vu le jour. Ce type de construction d'une portée de 20 m est généralement réalisé en métal. Cependant grâce une collaboration étroite entre architectes et ingénieurs, une solution concurrentielle en bois a pu être proposée. Cette dernière fait appel à une nouvelle technologie de connexion. Ainsi le système d'ancrage à tige fileté (GSA) comparable au système Ferwood a permis l'assemblage et la fixation des éléments triangulés formant la structure. En les dressant tous les 7,8 m il a fallu environ deux semaines de montage par halles. De plus, la simplicité de ce type de construction a permis une fabrication et un montage rationnel donc économique. Les plaques en polycarbonate translucide laissent entrevoir l'ossature en bois depuis l'extérieur tout en offrant un éclairage diurne naturel aux collaborateurs. De surcroît, la nuit tombée, cette façade laisse apparaître une étonnante succession de triangles illuminés.

Halle industrielle Kaufmann, Bobingen (D)



Photos © Wolfram Janzer, Stuttgart

Lieu

D-86399 Bobingen

Maître de l'ouvrage

Mayr-Melnhof Kaufmann Holding
GmbH, Leoben

Architecte

Florian Nagler Architekten, Munich

Ingénieur bois

merz kley partner AG, Altenrhein

Entreprise bois

Mayr-Melnhof Kaufmann Holding
GmbH, Leoben

Système porteur

Poutres simples

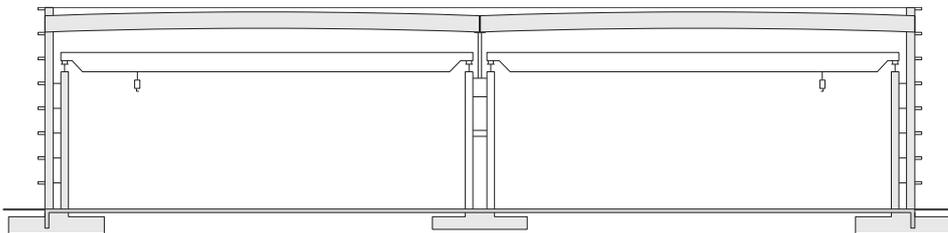
Portée

22 m

Année

1999





L'entreprise autrichienne Mayr-Melnhof Kaufmann est l'un des leaders européens du bois de construction et des panneaux de coffrage. La réalisation de son ancien centre de distribution allemand devait répondre à de nombreux impératifs. Il devait être réalisé rapidement, être flexible, bon marché tout en étant une vitrine des avantages offerts par le bois. Afin de représenter les activités de l'entreprise, les concepteurs ont privilégié les produits industriels tels que panneaux trois plis, panneaux de coffrage et bois lamellé-collé. Ainsi les portes d'accès sont entièrement faites de panneaux de coffrage. De plus, toute la structure de la halle est réalisée en bois lamellé-collé. La surface couverte est divisée en deux nefs de 22 m de large et totalise une surface au sol de 3'500 m². La façade en polycarbonate laisse filtrer la lumière naturelle et offre un éclairage homogène agréable au sein de la halle. Trois trames de la façade principale coulissent jusqu'à 6 m de haut pour permettre le passage des pièces de grande dimension que fabrique l'entreprise. Le concept simple et innovateur de cette halle qui a permis de limiter le temps d'étude et de réalisation à seulement cinq mois, a été récompensé par de nombreux prix d'architecture.

Halle de production Hector Egger, Langenthal (BE)



Photos © Michael Jung, Olten

Lieu

4901 Langenthal

Maître de l'ouvrage

Paul Schär, Hector Egger
Holzbau AG, Langenthal

Architecte

Paul Schär, Langenthal

Ingénieur civil

Duppenthaler & Wälchli, Langenthal

Ingénieur bois

Markiol + Wiederkehr,
Beinwil am See

Entreprise bois

Hector Egger Holzbau AG,
Langenthal

Système porteur

Arcs à deux articulations avec tirant

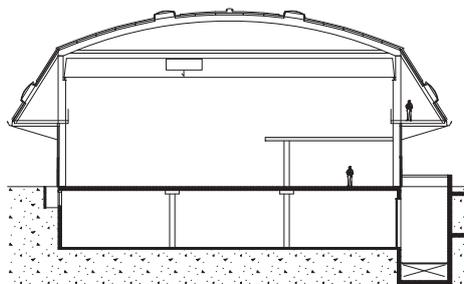
Portée

30 m

Année

2003

☐ Bulletin bois 75



L'entreprise familiale Hector Egger a été fondée en 1848 et n'a dès lors cessé de se développer. Elle a toujours voulu être à la pointe de son domaine et maintenir un niveau d'innovation élevé. Ainsi en 2001, lors du changement de raison sociale, l'entreprise a massivement investi dans de nouveaux moyens de production qui comprenaient notamment une nouvelle halle.

Cet impressionnant vaisseau de 80 m de longueur, abrite une vaste halle de production avec, en tête, une tranche de plusieurs étages contenant les services administratifs.

Le concept statique du bâtiment est basé sur un système de porteurs principaux transversaux espacés de 5,62 m. Les arcs à deux articulations (180 mm x 660 mm) avec tirant horizontal en lamellé collé, franchissent les 30 m de portée sans piliers intermédiaires. La couche de toiture cintrée assure le contreventement dans le sens longitudinal. Les deux façades pignon sont revêtues d'un rideau de lames horizontales ajourées en bois offrant à la fois une protection solaire et climatique. Des coupoles situées en toiture amènent une lumière naturelle abondante au cœur de la halle.

Centre de la voirie et des forêts, Le Mont-sur-Lausanne (VD)



Lieu

1052 Le Mont-sur-Lausanne

Maître de l'ouvrage

Commune du Mont-sur-Lausanne

Architecte

Pont 12 architectes SA, Lausanne

Ingénieur bois

Chablot & Partenaires SA, Lausanne

Entreprises bois

André Page, Construction bois rond,
Posat; Association d'entreprises:
Graz SA Construction bois,
Le Mont-sur-Lausanne;
Charpentés Kurth SA, Orbe

Système porteur

Bois rond

Portée

13,5 m

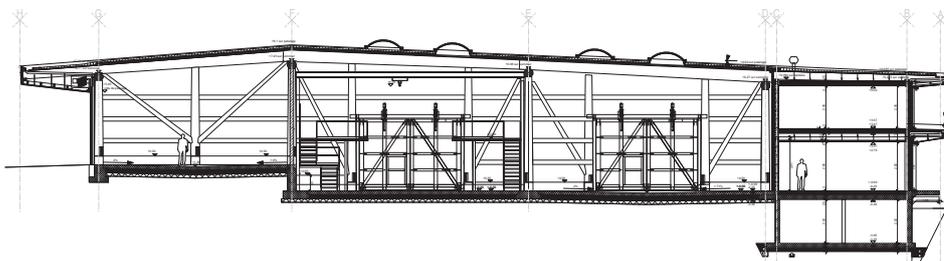
Année

2008

 Bulletin bois 91

Photos © Corinne Cuendat, Clarens





Fruit d'un concours d'architecture, le complexe communal de Manlout permet de regrouper sous un seul toit les services de la voirie et des forêts de la commune du Mont-sur-Lausanne. Outre les halles de service, le bâtiment abrite des vestiaires, des bureaux et locaux de réunion, ainsi que deux grands logements. Tout le programme est concentré dans un seul volume, implanté à l'extérieur du village. La halle comprend deux grandes travées de 13,5 m avec pont-roulants, une travée de 11 m pour le garage et un avant-toit de 4 m. La structure de la halle est entièrement réalisée en bois rond, avec des chevrons d'un diamètre de 60 cm, posés sur des rangées de poteaux supportant une filière. Très simple et robuste, c'est une technique optimale du point de vue financier et environnemental, générant un minimum de façonnage et limitant les déchets et «l'énergie grise», le bois étant récolté dans les forêts environnantes. L'enveloppe est réalisée en panneaux agglomérés isolants en façade et en toiture, et les façades nord et sud sont recouvertes d'un lambris à claire-voie. D'autres aspects liés au développement durable caractérisent la réalisation: label Minergie pour la partie chauffée, panneaux solaires, et récupération d'eau de pluie.

Couvert pour scierie, Worb (BE)



Lieu

3076 Worb

Maître de l'ouvrage

Olwo Otto Lädach AG, Worb

Entreprises bois

Hans-Ueli Stettler, Utzingen
(structure)

Gasser + Siegrist Holzbau AG &
Sieber Holzbau, Ittigen (charpente)

Ingénieur bois

CBT SA, St-Sulpice

Système porteur

Fermes «Ariane»

Portée

30 m

Année

2005



La scierie Otto Lädach sise aux portes de Berne, est depuis de nombreuses années active dans la production de bois de construction. Afin de renforcer ses activités, elle a entrepris en 2005 d'ériger sur son site un nouveau couvert à bois. L'utilisation de bois massifs ainsi qu'une hauteur de 8 m ouverte sur quatre côtés étaient les principales exigences du maître d'ouvrage. En effet la mise en œuvre de bois issu de la scierie permettait de diminuer sensiblement les coûts de construction. Le choix du système porteur s'est orienté vers des fermes type Ariane soutenues par des poteaux à quatre branches afin d'alléger visuellement l'ensemble de l'ouvrage. De plus, ce système permettait également d'atteindre la portée de 30 m nécessaire au stockage des longs bois sciés. S'ajoute à cela les imposants avant-toits de chaque côté qui équilibrent le rapport hauteur-largeur du couvert.

La réalisation de cet ouvrage a été confiée à un consortium de deux entreprises locales complétant ainsi l'aspect durable du projet.

Salle de gymnastique, Borex-Crassier (VD)



Lieu

1277 Borex

Maître de l'ouvrage

Communes de Borex et de Crassier

Architecte

Graeme Mann &
Patricia Capua Mann, Lausanne

Ingénieur civil

AIC Ingénieurs conseils SA, Lausanne

Entreprise bois

Zaugg AG Rohrbach, Rohrbach

Système porteur

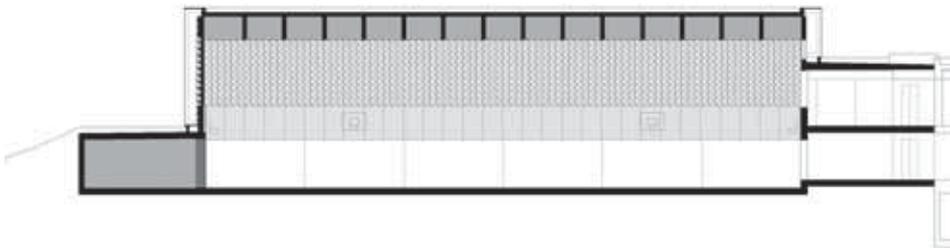
Poutres à treillis multiples

Portée

31 m

Année

2007



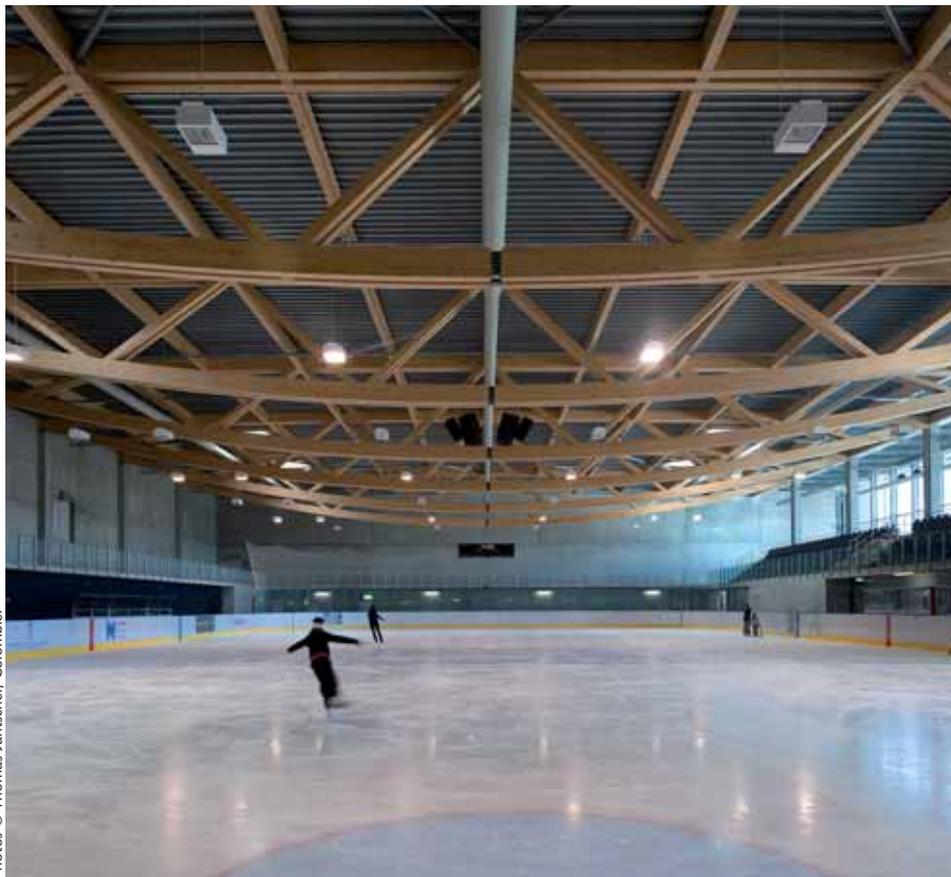
Malgré son grand volume, la nouvelle salle de gymnastique double de Borex-Crassier s'insère parfaitement dans le site scolaire existant. Cette réalisation hors du commun fait appel à un système structurel particulier: la poutre à treillis multiple. Breveté en 1820 par un architecte et ingénieur américain Ithiel Town, il a été utilisé à large échelle dans la construction de ponts couverts sur tout le continent américain.

Trois imposantes poutres de plus de 30 m de longueur et 5,80 m de hauteur reposent ponctuellement sur des appuis en béton. Chaque élément est constitué de deux membrures en BLC reliées par une double nappe croisée de diagonales en épicea et triplée par une rangée de montants verticaux. Le tout a été assemblé en atelier par des clous et vis et monté en 2 semaines sur le chantier.

Ce système hyperstatique offre une bonne résistance à la flexion due à la capacité de reprise de cet effort par les membrures, conjuguée à la reprise de l'effort tranchant par le couple diagonales/montants.

La toiture se compose de quatorze poutres simples en BLC encastrées dans la membrure supérieure des poutres transversales. La stabilisation de la toiture est assurée par un disque réalisé à l'aide de panneaux multiplis.

Patinoire couverte, Meyrin (GE)



Photos © Thomas Jantscher, Colombier

Lieu

1217 Meyrin

Maître de l'ouvrage

Commune de Meyrin

Architectes et ingénieurs

Consortium Dolci architectes,
Yverdon-les-Bains; tekhne SA,
Lausanne

Entreprise bois

Zaugg AG, Rohrbach

Système porteur

Poutres triangulées

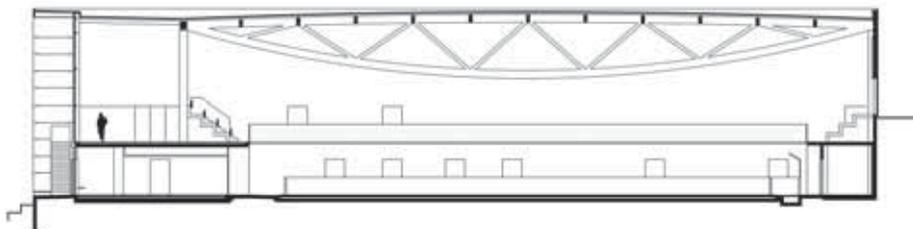
Portée

42 m

Année

2008





Le projet d'une patinoire couverte dans la zone des Vergers à Meyrin s'inscrit dans le développement des installations sportives prévu par la commune. Le système structural de cette réalisation allie les trois matériaux de base que sont le bois, le métal et le béton. L'ensemble a ensuite été enveloppé de vitrages teintés de couleur bleu-vert évoquant les activités du site. Le bois a été quant à lui essentiellement utilisé en toiture. Ainsi, axée sur la piste principale, la charpente est composée de fermes triangulées en lamellé-collé. L'utilisation du système d'assemblage breveté Ferwood® a permis aux concepteurs de laisser libre court à leur imagination sans être limités par les questions d'assemblages devant résister aux importantes contraintes du lieu (atmosphère corrosive, sollicitations dynamique élevées). De plus leur discrétion favorise l'utilisation du bois en tant qu'élément d'expression architectural en opposition aux autres techniques nécessitant des liaisons apparentes. Ainsi ce nouvel ouvrage fait judicieusement cohabiter divers matériaux dont les fermes en bois témoignent de la possibilité d'unir technologie et esthétique.

Centre de loisirs Vitam'Parc, Neydens (F)



Photos © Corinne Cuendat, Clarens

Lieu

F-74160 Neydens

Maître de l'ouvrage

Migros France SAS

Architectes

L35, Barcelone (conception);
GM Architectes Associés, Genève
(local); GM2A Paris (exécution)

Ingénieur bois

Charpente Concept SA, Perly

Construction bois

JPF Construction SA, Bulle

Système porteur

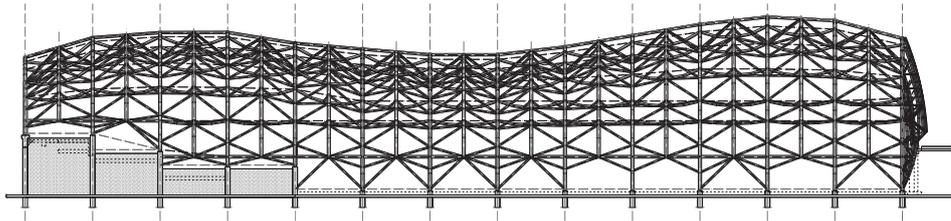
Arcs en treillis

Portée maximale

42 m

Année

2009



Le Vitam'Parc situé près de Genève sur sol français comprend un centre aquatique, un pôle bien-être, un pôle loisirs sportifs et un pôle commercial. Les zones commerciales et sportives sont composées d'une structure de piliers en béton armé sur lesquels reposent des pannes en BLC, alors que le centre aquatique possède une toiture unique en forme de vague. Cette structure complexe est composée d'arcs à deux articulations triangulés, d'une portée maximale de 42 m et d'une longueur de 92 m en BLC. Les membrures et diagonales des arcs sont de sections circulaires. La structure secondaire est composée d'un système de 1'300 barres de longueur et de coupes différentes, formant un maillage dans l'espace, de sections circulaires (béquilles diagonales de stabilisation et pannes) en BLC et en acier. Le pignon est réalisé avec des poteaux cintrés en treillis, également de sections circulaires en BLC. Sa couverture en «coussins translucides» en membrane ETFE apporte une ambiance particulière à l'intérieur.

Salle de sport polyvalente, Villaz-St-Pierre (FR)



Photos © Corinne Cuendat, Clarens

Lieu

1690 Villaz-St-Pierre

Maître de l'ouvrage

Communes de Lussy, Villarimboud
et Villaz-St-Pierre

Architecte

Graeme Mann & Patricia Capua,
Lausanne

Ingénieur bois

Boss et associés SA, Renens

Entreprises bois

Association d'entreprises Sallin,
P.A. Robert & Pascal Sallin SA,
Villaz-St-Pierre; Ducret Orges SA,
Orges (fourniture BLC); Lambda SA,
Lausanne (menuiserie intérieure)

Système porteur

Grille de poutres

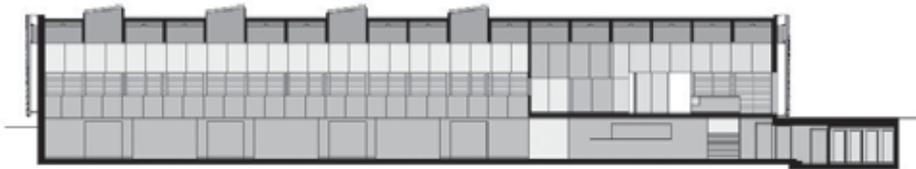
Portée

22 m

Année

2002

📖 Bulletin bois 64



Inscrite dans la pente, la salle polyvalente se développe sur deux niveaux. Au niveau supérieur se situent l'entrée, un foyer ainsi qu'une galerie avec vue sur la salle. Le niveau inférieur accueille la salle ainsi que les locaux annexes.

Une charpente en grille de poutres BLC de 2 m de hauteur, selon une trame carrée de 2,45 m, donne une unité très forte à l'espace intérieur. La structure verticale, constituée de poteaux métalliques, disparaît dans la façade et les cloisons intérieures. Le revêtement intérieur, posé au moyen de fixations invisibles, est composé de panneaux en contreplaqué bouleau, décalés selon une trame régulière. L'éclairage naturel accentue l'aménagement fluide des espaces créant des ambiances différenciées. Au-dessus de la grande salle, des lanterneaux procurent une lumière indirecte appropriée à la pratique du sport. L'utilisation réfléchie du bois a permis d'intégrer un programme imposant dans un environnement rural, en accord avec son caractère public et représentatif.

Yeosu Golf Resort, Corée du Sud



Lieu

Yeosu, Corée du Sud

Maître de l'ouvrage

Hasley-Nine Bridges, Yeosu,
Corée du Sud

Architectes

Shigeru Ban Architects, Tokyo;
Kevin S. Yoon, KACI International,
Seoul

Entreprise bois

Blumer-Lehmann AG, Gossau

Ingénieur bois

Création Holz, Herisau;
SJB, Frauenfeld

Système porteur

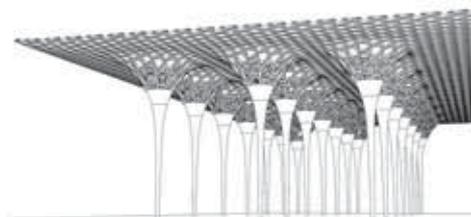
Résille

Surface couverte

36/72 m

Année

2009





Le très distingué club de golf Hasley-Nine Bridges situé sur l'île de Jeju en Corée du Sud désirait offrir à ses membres un bâtiment à la hauteur de sa réputation. Les architectes Ban et Yoon ont ainsi développé un ouvrage avec une toiture évoquant le prestigieux parcours 18 trous. Composée de trente-deux éléments carrés de 9 m de côtés, soutenus par 21 poteaux en forme d'arbre, cette structure en résilles galbées est une véritable prouesse technologique. Le bois est le seul matériau qui pouvait répondre aux nombreux impératifs qu'imposait ce choix architectural. En effet, les formes inhabituelles et le respect des délais réduisaient considérablement le choix des matériaux. Afin de bénéficier des meilleures compétences pour la réalisation de cet ouvrage complexe, les architectes ont mandaté une entreprise de charpente suisse. Leur maîtrise des nouvelles technologies d'usinages et de dessin assisté par ordinateur ont grandement facilité la construction. Ainsi cette réalisation démontre avec brio que le bois s'apprête parfaitement aux géométries complexes de haute précision.



Centre de formation pour drones d'exploration, Emmen (LU)



Lieu

6032 Emmen

Maître de l'ouvrage

Armasuisse Immobilien,
Immobilienkompetenzzentrum
des VBS

Usager

Forces aériennes suisses

Architecte

Andreas Rigert + Patrik Bisang
Architekten AG, Lucerne

Ingénieur civil

Eduard Kiener Ingenieurbüro, Lucerne

Ingénieur bois

Merz Kley partner AG, Altenrhein

Entreprise bois

ARGE Schläpfer + Küng, Emmen

Système porteur

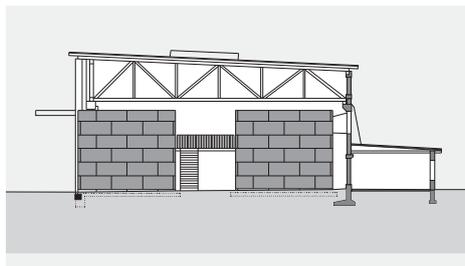
Poutres triangulées

Portée

22 m

Année

2000



Les forces aériennes suisses ont implanté leur centre de formation pour les drones de surveillance sur la base aérienne militaire d'Emmen dans le canton de Lucerne. A cet effet, une ancienne halle a été remise au goût du jour. La première étape a consisté à rénover complètement la structure porteuse en bois. Ensuite, une toute nouvelle façade vitrée a remplacé les anciennes portes coulissantes métalliques. En dernier lieu, deux bâtiments, destinés aux bureaux et aux salles de formation, ont pris place à l'intérieur de la halle. Ces deux blocs, constitués d'une armature en bois et recouverts de panneaux de fibres de moyenne densité noirs vernis, sont indépendants du reste de la halle. En effet, certaines contraintes au niveau acoustique, technique et climatique imposaient des locaux de grande qualité. Ainsi, un aménagement de ce type dans la halle existante se serait révélé trop coûteux et difficilement réalisable. Avec le concept de maison dans la maison, le moderne se marie parfaitement avec l'ossature existante et permet de conserver ce patrimoine bâti, tout en disposant d'outils à la pointe de la technologie.

Mycorama, Cernier (NE)



Lieu

2053 Cernier

Maître de l'ouvrage

Fondation du Mycorama –
Site de Cernier

Architectes

Bureau d'architecture associés
Pierre Studer SA et Olivier Gagnebin,
Neuchâtel

Entreprises bois

Håring & Co AG, Pratteln
Roth Holzleimbau, Burgdorf

Système porteur

Cadres arqués

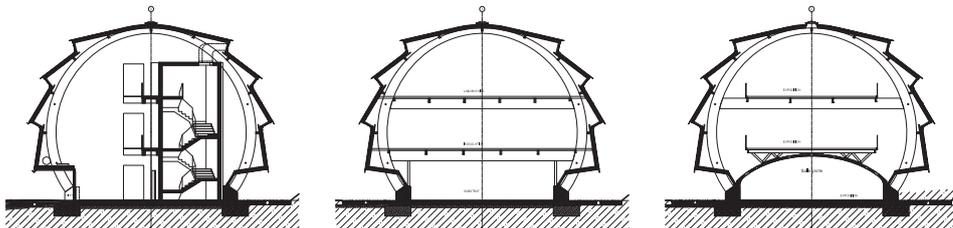
Diamètre

15 m

Année

2007





Le projet du Mycorama – centre d'étude de mycologie – a été imaginé il y a de nombreuses années déjà. En effet, il a fallu plus de 10 ans pour que ce projet puisse enfin voir le jour. Suite à son histoire mouvementée, cette structure hors du commun a pu être réalisée en un temps record, pas moins de deux mois et demi pour l'ensemble de l'ossature bois. La forme cylindrique longue de 51 m qui est formée par dix-sept éléments arqués en bois lamellé-collé rappelle les contours d'une vesse-de-loup, un champignon local. Ces arcs, répartis tous les trois mètres, ont un diamètre de 15 m. Des poutres transversales intégrées à mi-hauteur, ont permis de créer deux niveaux afin d'utiliser au mieux l'espace disponible. L'édifice se veut également écologique et durable, c'est pourquoi il répond aux standards énergétiques du label Minergie Eco®. Les éléments type sandwich (bois, isolation et tôle) échelonnés en façades ont été entièrement préfabriqués, permettant ainsi un gain de temps conséquent. Cette construction démontre bien que le bois offre une multitude de débouchés en terme de formes et d'apparence tout en proposant des solutions durables pour l'environnement.

La Terrasse du Paléo, Nyon (VD)



Photos © Corinne Cuendat, Clartens

Lieu

1260 Nyon

Maître de l'ouvrage

Paléo Festival de Nyon

Entreprise bois

JPF Construction SA, Bulle

Ingénieur bois

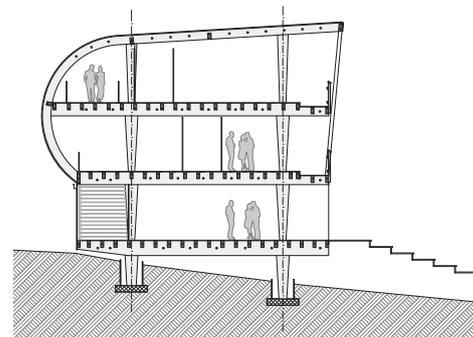
Ducret Orges SA, Orges

Système porteur

Portique bi-articulé

Année

2009





Avec ses 49 m de long, 12 m de large et 11 m de haut, La Terrasse accueille chaque année sur trois niveaux les différents sponsors, partenaires et invités du festival. 350 m³ de bois sont mis en œuvre dans ce bâtiment éphémère monté en 2 semaines et démonté en une semaine.

Le système proposé est composé de neuf fermes BLC complétées par des éléments cintrés en arc de cercle en façade nord. La largeur maximale des bâches de couverture a déterminé l'entraxe de 6,10 m des fermes. Les dalles sont des éléments préfabriqués nervurés de 6,10 m x 2,50 m. Le principe de montage est rationnel, permettant d'emboîter très rapidement le plancher dans les fermes à l'aide d'assemblages bois-bois par le biais d'embochements. Afin de réduire l'emprise au sol, il s'agissait de limiter le nombre de piliers, soit dix-huit pour tout le bâtiment. Les fermes ont été décomposées en trois parties et assemblées sur place par boulonnage de pièces métalliques fixées au bois par des tiges scellées. L'ensemble a ensuite été revêtu d'une bâche de même type que celle des chapiteaux, simplement coulissée dans des profils et assemblée dans des temps records. La bâche est tendue grâce à des chambres à air, longeant les rails de fixation, et gonflées après montage.

Brochure No 10 – Janvier 2010

Editeur:

Lignum, Le Mont-sur-Lausanne

Conception, rédaction, layout:

Mélanie Pittet-Baschung
et Sébastien Droz, Cedotec
Fil rouge conception graphique,
La Chaux-de-Fonds

Dessins partie théorique:

Pierre-André Dupraz, hepia, Genève

Photo de couverture:

Halle de montage Pilatus, Stans
Scheitlin_Syfrig + Partner, Lucerne

Impression:

KROMER Print AG, Lenzburg

Cette brochure vous est offerte par:



Photo © Corinne Cuendet, Clarens



La présente brochure a été réalisée avec l'aide de l'Office fédéral de l'environnement OFEV dans le cadre du Plan d'action bois

Lignum Economie suisse du bois – www.lignum.ch

Cedotec Centre dendrotechnique
www.cedotec.ch

Plan d'action bois – www.bafu.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV
Plan d'action bois