



SOLUTIONS STRUCTURE

LES COMPOSANTS INDUSTRIALISÉS EN BOIS





LES COMPOSANTS INDUSTRIALISÉS EN BOIS

SOLUTIONS STRUCTURE



SOMMAIRE

ÉDITO

Caissons p. IV-V

Façades préfabriquées
Caisson plancher
Caisson toiture
Panneau sandwich toiture

Panneaux p. VI-VIII

Contreplaqué
Lamibois
OSB
Panneau de particules
CLT

Poutres p. VIII-XI

Bois lamellé
Murs ou planchers nervures
BMR
Poutre treillis
Poutre en I
Poutres hybrides bois/métal

Charpentes p. XII-XIII

Charpente traditionnelle
Charpente fermette

**Assemblages/ Colles/
Certifications/ Epers...** p. XIV-XV

Assemblages
Colles
Epers
Certifications



Christine Leconte
présidente du CNOA

Architecture et bois, partenaires à travers l'histoire.

L'architecture est expérimentation. Cela donne à notre discipline son caractère culturel, attachant, marqueur de notre histoire. Elle s'adapte aux contextes, aux enjeux, aux usages, aux usagers.

L'architecture et la construction bois sont étroitement liées : ce lien traverse les époques et les continents. Aujourd'hui, c'est une nouvelle page que nous écrivons ensemble, portée par les enjeux écologiques. Le bois devient un atout.

Les architectes sont de plus en plus nombreux à concevoir en bois. Les maîtres d'ouvrage sont demandeurs : les motivations sont nombreuses, et tous s'accordent à reconnaître les performances du bois.

La filière française doit poursuivre son développement. Elle est portée par un tissu d'entreprises de plus en plus expérimenté et organisé, qui permet de répondre à une forte demande tout en industrialisant les processus de fabrication : gagner du temps, de l'argent, rendre les chantiers plus propres.

Mais construire « hors site » ne signifie pas construire « standardisé ». Le destin du bois et de l'architecture sont liés sur le long terme, pour concevoir un meilleur cadre de vie aux habitants en expérimentant. Que ce soit dans la réhabilitation, la rénovation lourde ou le neuf, le bois s'adapte aux multiples contraintes. Ce n'est plus un matériau réservé à des projets élitistes ou militants, il répond à un éventail de possibilités notamment grâce au développement d'une production industrialisée.

Associé à d'autres matériaux biosourcés (chanvre, paille, etc.), le bois fait la preuve de sa pertinence à très grande échelle. En favorisant la mise en œuvre du bon matériau au bon endroit, il permet de réduire les quantités de matières utilisées et garantit une nécessaire frugalité du bâti. Il s'agit d'un matériau à la fois performant, sain, renouvelable et qui apporte le confort aux futurs usagers du bâtiment : c'est ce que l'on demande aux matériaux du XXI^{ème} siècle.

Pour respecter la nouvelle réglementation environnementale RE2020, l'utilisation du bois et des autres matériaux biosourcés dans la construction va donc rapidement constituer un atout pour tous les acteurs de l'acte de bâtir.

Dans ce cahier, vous découvrirez des réalisations architecturales récentes illustrant les nombreux composants industrialisés présentés. Elles vous montreront le potentiel offert par le bois construction aujourd'hui.

Je vous souhaite une très bonne lecture.

Christine Leconte,
présidente du CNOA

FAÇADES PRÉFABRIQUÉES

RAPIDITÉ DE MISE EN ŒUVRE

Les façades ossature bois (FOB) intègrent en atelier tous les composants d'un mur, à savoir la structure formée de montants verticaux et de traverses horizontales en bois ou en matériaux dérivés du bois, l'isolant et les systèmes d'étanchéité. Elles peuvent également être complétées avec des menuiseries, des parements extérieurs ou intérieurs, et posséder des réservations pour l'intégration des réseaux. Présentés sous forme de panneaux qui peuvent atteindre une longueur de 12 m, ils sont utilisés dans le neuf comme en rénovation pour la réalisation de façades rideaux et semi-rideaux, façades panneaux ou encore murs-manteaux. Livré prêt à poser sur chantier, ce mode constructif aux excellentes propriétés thermiques, d'étanchéité à l'air et de résistance au feu, permet d'optimiser les matériaux entrant dans sa composition, apporte une simplicité de mise en œuvre et garantit un chantier propre. ■

En raison de contraintes liées à un contexte urbain dense et à des zones de stockage limitées pour la construction de 17 logements et d'une crèche de 99 places dans le XV^e arrondissement de Paris, l'agence Nunc Architectes a opté pour la réalisation de façades en ossature bois préfabriquées. Les façades ont été livrées avec les menuiseries, volets roulants, garde-corps et bardage bois en mélèze intégrés. Ce complexe a été complété sur chantier par un doublage intérieur en plaques de plâtres sur ossature métallique.

NORMES

- NF DTU 31.2** - Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois.
- NF DTU 31.4** - Façades à ossature bois.
- NF EN 1995** (Eurocode 5) – Calcul des structures en bois.

CERTIFICATION

CTB OB (FCBA)



© Nunc Architectes

CAISSON TOITURE

TOITURES EN PENTE ET TOITURES PLATES



Dessiné par l'agence R2K, le nouveau Groupe Scolaire René Navier à Noisy-le-Grand (93) mixe les systèmes constructifs CLT, ossatures bois et planchers ou toitures. Le socle du préau a été réalisé par l'entreprise Poulingue au moyen de 8 caissons de toiture de type H de 22 m de long de 500 mm d'épaisseur à l'intérieur desquels du gravier a été intégré pour apporter de la masse.

© Poulingue

Le caisson toiture est un assemblage de panneaux dérivés du bois (OSB, lamibois, CLT, aggro, etc.) servant de contreventement et de support d'étanchéité, fixé par clouage, vissage ou collage à des chevrons

porteurs en bois massif ou en bois lamellé qui peuvent être garnis d'isolant, d'un pare-vapeur, d'un linteauage et d'une finition en sous-face. Comme les caissons planchers, ils peuvent avoir une forme en T ou en H.

Nommés également caissons de grande portée, ils peuvent atteindre 2,4 m de large et 20 m de long et sont utilisés aussi bien pour la mise en œuvre d'une toiture en pente que d'une toiture plate. Ce type de caisson peut être employé dans la réalisation de tout type d'ouvrage : bâtiments publics, privés, collectifs, en neuf comme en rénovation. ■

NORMES

- NF DTU 31.2** - Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois (uniquement pour les panneaux assemblés aux solives par vissage ou clouage).
- NF EN 1995** (Eurocode 5) – Calcul des structures en bois.

CAISSON PLANCHER

PLANCHERS BAS ET INTERMÉDIAIRES



Pour la construction de quatre immeubles résidentiels multi-étages en bois imaginés par Schuaman Architects à Linnanfältti en Finlande, le choix des planchers intermédiaires s'est porté sur des caissons en bois. Ils sont constitués d'âmes et de membrures en poutres LVL assemblés par collage à un panneau en LVL sur la partie supérieure avec intégration d'un isolant entre les nervures. L'utilisation de ce système a permis la réalisation d'un étage par semaine.

© Meisli Wood

portée pouvant atteindre les 20 m de long et autorisent le franchissement de portées de 5 à 12 ml. La préfabrication permet l'intégration en atelier des câbles, d'isolant mais aussi des revêtements, que ce soit les finitions en sous-face ou les revêtements de sol et peuvent recevoir une dalle béton. Les caissons sont assemblés sur les rives par couvre-joint, rapportés, par feuillard, mi-bois ou fausse languette et sont fixés aux poutres par vissage ou pointage. Livrés sur chantier prêts à poser, leur légèreté permet une rapidité de mise en œuvre. ■

NORMES

- Ces produits sont sous Avis Techniques**
- NF EN 1995** (Eurocode 5) – Calcul des structures en bois.
- NF DTU 31.2** - Construction de maisons et bâtiments ossature en bois.

Les caissons plancher sont des produits structurels semi-finis utilisés pour réaliser des planchers bas et intermédiaires. Composés de panneaux et de nervures en bois ou produits dérivés du bois, ils se

présentent sous forme creuse en T (ouverts avec un panneau au-dessus des nervures) ou en H (fermés avec un panneau au-dessus et en dessous des nervures). Certains fabricants proposent des modules de grande

PANNEAU SANDWICH TOITURE

TOUT-EN-UN AUTOPORTEUR



Pour la surélévation d'une maison individuelle au Danemark, la toiture a été réalisée au moyen de panneaux sandwich taillés sur-mesure et comportant des réservations pour l'intégration de fenêtres de toit. Munis de lattes et contre-lattes pour la pose de la couverture, d'un isolant PSE de 250 mm d'épaisseur (R>9 m².K/W), d'une face intérieure en épicea et des débords de toit intégralement finis, les panneaux ont permis d'accélérer le temps d'exécution du chantier sans générer de déchets.

© Simonin

Le panneau sandwich est un panneau préfabriqué composites intégrant un matériau de faible densité comme de l'isolant collé entre deux parements en bois. Placés sous la toiture, cet élément

autoporteur permet de s'affranchir de la pose de chevrons et de pannes. Proposé en plusieurs épaisseurs, il convient à tous les types de toiture : droite, à faible pente, cintrée, conique ou encore sur charpente

métallique. Le panneau sandwich de toiture assure un haut niveau de performance thermique et d'étanchéité à l'air. Il évite au compagnon de nombreuses manutentions puisqu'il permet en une seule opération d'effectuer l'isolation, le plafond bois, les débords de toit et le support de couverture avec la possibilité de réaliser de grandes portées allant jusqu'à 6,80 m entre appuis. La face destinée au plafond est proposée en de nombreuses essences comme l'épicéa, le mélèze ou le chêne avec des finitions poncées ou brossées. Ce type de panneau s'avère idéal en rénovation notamment en isolation par l'extérieur, puisqu'il se pose directement sur les pannes de la charpente et n'empiète pas sur le volume intérieur. ■

NORMES

- Ces produits sont sous Avis Techniques**

Les composants industrialisés en bois

CONTREPLAQUÉ

STABILITÉ, POLYVALENCE ET LÉGÈRETÉ



Le siège social de la coopérative forestière « Alliance » à Cestas en périphérie de Bordeaux a été construit par l'agence bordelaise d'architecture de Pascal Touraton dans une démarche volontaire d'utilisation des bois locaux. Le contreplaqué 100 % Pin Maritime a été retenu « pour sa résistance à l'humidité » par Novabois, ingénierie et construction, et utilisé en sous-toiture et pour tout le contreventement du bâtiment.

Le contreplaqué est un panneau structurel ou d'agencement constitué de placages de bois de 0,8 à 4 mm d'épaisseur superposés perpendiculairement, collés et pressés à chaud. Sa composition croisée, toujours impaire, lui confère une meilleure isotropie que le bois massif : le contreplaqué est réputé

pour sa grande stabilité dimensionnelle et présente un des meilleurs rapports « performances/poids ». Avec le collage adapté (répondant aux exigences de la NF 636-3 ou de la NF Contreplaqué Extérieur CTB-X), il est préconisé en milieu extérieur. L'ensemble de ses performances lui autorise une grande

CERTIFICATION

NF contreplaqués,
NF Contreplaqué Extérieur CTB-X

diversité d'usage dans la construction, tant en coffrage qu'en structure : plancher, contreventement, charpente, support de toiture, sous avancée de toiture ou encore bardage. Il est également sollicité pour son esthétique et ses performances en agencement et en aménagement intérieur. Les contreplaqués français (pin maritime, peuplier, okoumé, hêtre) affichent un marquage Environnemental et Sanitaire A+ et disposent de FDES collectives publiées sur la base INIES. ■

NORMES

NF EN 636 +A1 - Contreplaqué - Exigences.
NF EN 635-2 et NF EN 635-3 classent les panneaux contreplaqués en fonction de l'aspect de leurs faces. Deux classements (bois feuillus dont exotiques et résineux) permettent de les classer de 1 à 4 selon les exigences.
NF EN 314-2 définit trois classes de collage et détermine les conditions dans lesquelles le contreplaqué peut être utilisé : classe 1 (intérieur sec), classe 2 (intérieur humide), classe 3 (extérieur).

LAMIBOIS

ÉCONOMIE DE MATIÈRE



Les anciens ateliers de la Marine Nationale à Brest (29) nommé les Ateliers des Capucins abritent près de 5 500 m² de cellules commerciales imaginées par l'agence L2 Architectes. Les élévations ont été réalisées en murs ossature bois préfabriqués avec épinettes (hauteur jusqu'à 13 m), panneaux de parement et caissons préfabriqués en lamibois.

Le lamibois, également appelé LVL (*Laminated Veneer Lumber*) est un matériau composite structurel composé de placage bois, assemblé à l'aide d'une colle structurale résistante à une utilisation en extérieur puis pressé à chaud. Le LVL est produit soit avec l'ensemble des placages orientés dans le même sens (présentant une très forte résistance à la flexion, utilisé principalement en

poutre), soit avec environ 20 % de plis croisés (stable dimensionnellement et avec une forte résistance à la traction, utilisé principalement en panneaux). Le lamibois s'utilise en structure : en membrure de poutre en I, en tant qu'élément porteur horizontal ou vertical, disposé à chant comme poutre à section rectangulaire ou à plat comme panneau autoporteur en support de couverture/étanchéité ou en

plancher. Son épaisseur standard varie entre 27 et 75 mm pour des dimensions allant jusqu'à 2,5 m de large et 25 m de long. Il est également possible de recoller des panneaux pour former du GLVL (poteau pour forte reprise de charge ou lisse basse de mur ossature bois par exemple). ■

NORMES

NF EN 14374 : Structures en bois – LVL (Lamibois) – Exigences.
NF EN 13986 : Panneaux à base de bois destinés à la construction – Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage.
NF EN 14279 : Bois de placage lamellé (LVL) – Définitions, classification et spécifications.
NF EN 1995 (Partie 1 & 2) : EC 5 – Eurocode 5 Calcul des structures en bois
NF DTU 31.1, DTU 31.2, DTU 31.3, DTU 51.3
Recommandations professionnelles
RAGE : toitures-terrasses accessibles aux piétons avec éléments porteur en bois et panneaux à base de bois avec revêtement d'étanchéité - neuf, rénovation.
Handbook LVL européen.

OSB

ÉCONOMIQUE, THERMIQUE ET PHONIQUE



Pour l'extension et le réaménagement de l'école maternelle de Saint-Drézéry (34) comprenant la création de 5 salles de classe et 2 dortoirs, l'atelier TLA Thomas Landemaine Architectes a imaginé un bâtiment de plein pied composé de 6 volumes ossature bois en monopente. L'OSB assure le contreventement des murs et a été volontairement laissé apparent dans certaines circulations.

L'OSB (*Oriented Strand Board*) est formé de minces lamelles orientées de 0,3 à 0,5 mm d'épaisseur qui sont encollées pour former un matelas de couches croisées. Le nombre de couches est déterminé par l'épaisseur du panneau qui peut varier de

Panneaux

CERTIFICATION

CTB-OSB

6 à 25 mm. Ce processus de fabrication permet ainsi au matériau d'acquiescer d'excellentes performances mécaniques et dimensionnelles. Bon isolant phonique et thermique, il est aussi bien utilisé comme contreventement pour les murs en ossature bois, comme plancher, en toiture et constitue les solives des poutres en I. Économique et performant, il séduit également pour son esthétique et est couramment utilisé comme revêtement intérieur. ■

NORMES

NF EN 300 : Panneaux de lamelles minces longues et orientées (OSB) - Définitions, classification et exigences. La norme définit 3 types de panneaux travaillant OSB : OSB 2 (panneau travaillant utilisé en milieu sec), OSB 3 (panneau travaillant utilisé en milieu humide), OSB 4 (panneau travaillant sous contrainte élevée en milieu humide).
NF EN 12871 : Panneaux à base de bois – spécifications et exigences fonctionnelles pour panneaux travaillant utilisés en planchers, murs et toitures.

PANNEAU DE PARTICULES

ÉCONOMIQUE, RÉSISTANT, LÉGER



Le panneau de particules, appelé également aggloméré, est fabriqué à partir de particules de bois assemblées entre elles par un liant. Le panneau est obtenu par pressage à une température élevée ce qui lui confère une haute résistance à la flexion, à la traction transversale et à l'humidité. Proposé en épaisseur de 8 à 38 mm, il est utilisé en structure comme panneau de contreventement et de toiture, mais aussi endalle de

253 panneaux de particules ont été utilisés pour la réalisation du contreventement des murs et du toit de cet entrepôt à ossature bois à Rehau en Bavière (Allemagne). L'entreprise NMS Natural Wood Solutions GmbH a sélectionné un panneau de particules porteur classé P7 (applications à très fortes charges dans des conditions humides) de 40 mm d'épaisseur. Doté d'une surface contiprotect non poncée, il garantit une meilleure résistance à l'humidité et au gonflement.

plancher. En France, le panneau de particules portant la marque CTB-S est destiné à un usage en milieu sec répondant au type P4, tandis que la marque CTB-H destine le panneau de particules à un milieu humide répondant au type P5. Le développement des colles sans formaldéhydes leur permet d'être employés dans l'agencement intérieur et de répondre aux exigences sur la qualité de l'air intérieur (QAI) notamment pour les établissements

CERTIFICATION

CTB-S, CTB-H

d'enseignement et les centres de loisirs. Grâce à la fine couche de revêtement supplémentaire (mélaminé, stratifié, etc.), ces matériaux dérivés du bois peuvent être utilisés comme revêtement pour les bâtiments certifiés LEED grâce à la certification Ange Bleu. ■

NORMES

NF EN 309 : Panneaux de particules – Définition et classification.
NF EN 312 : Panneaux de particules – Exigences. La norme classe les panneaux de particule par typologie d'application :
• P2 : applications non porteuses dans les milieux secs (aménagement intérieur).
• P3 : applications non porteuses dans les milieux humides.
• P4 : applications à fortes charges dans les milieux secs.
• P5 : applications à fortes charges (porteuses) dans des conditions humides.
• P7 : applications à très fortes charges (porteuses) dans des conditions humides.
NF EN 13986 : Panneaux à base de bois destinés à la construction.

CLT

LE CLT PREND DE LA HAUTEUR



▶ Dans le quartier des Deux-Rives à Strasbourg (67), l'immeuble de logements « Sensations » dessiné par Koz Architectes, est un bâtiment bois de 11 étages culminant à 38 m. Reposant sur un socle en béton, la structure porteuse (renforcée par un système de poteaux poutres en bois lamellé), les planchers, les noyaux d'ascenseur et les escaliers sont en CLT. En outre, pour alléger la descente de charge, mais aussi le prix et pour économiser de la matière, l'épaisseur du CLT décroît à mesure que l'on s'élève dans les étages.

Le CLT (*Cross Laminated Timber*) est formé de lamelles de bois massif contrecollées de 6 à 45 mm d'épaisseur avec de 3 à 11 couches croisées perpendiculairement assemblées par collage pour obtenir des éléments jusqu'à 3,5 m de haut et 15 à 20 m de long. Les principales essences utilisées de nos jours sont l'épicéa et le Douglas. Sollicité pour ses propriétés

mécaniques et sa stabilité dimensionnelle supérieure au bois massif, il s'utilise dans la mise en œuvre de planchers, murs porteurs, toiture ou encore en agencement. Proposé de 60 à 381 mm d'épaisseur, le nombre de plis varie en fonction des reprises de charges appliquées aux panneaux. En outre, les plis extérieurs sont orientés en fonction de l'usage : transversale-

CERTIFICATION

Certification

ment par rapport à la longueur pour la mise en œuvre de voiles, murs porteurs ou cloisons, et longitudinalement par rapport à la longueur pour les planchers et les supports de toiture. Le développement du CLT conduit à la verticalisation de la construction bois avec l'exploration de projets d'immeubles en bois de plus de 5 étages. ■

NORMES

La norme **NF EN 16351** est en cours de révision sur la fabrication du produit.

CPT 3802 Cahier des Prescriptions Techniques.

Un guide de mise en œuvre des CLT dans le cadre du programme RAGE (Règles de l'Art du Grenelle de l'Environnement).

Ce produit est également en cours d'intégration dans l'**Eurocode 5** (Conception et calcul des structures en bois permettant son emploi dans tous types d'ouvrages ou de ponts) et dans l'**Eurocode 8** (Calcul des structures pour leur résistance aux séismes).

Ces produits sont sous Avis Techniques

MURS OU PLANCHERS NERVURES

UN SYSTÈME CONSTRUCTIF GLOBAL

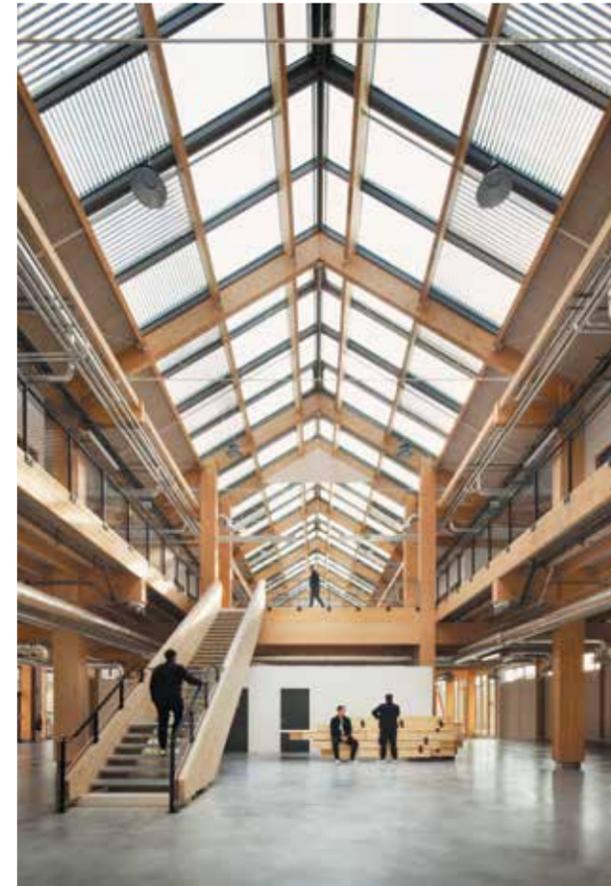
Les éléments constructifs nervurés s'appliquent aux murs, planchers et aux toitures. Le mur nervuré est formé de linteaux en bois lamellé, BMR ou bois massif (abouté) fixé par des connecteurs métalliques à des épines (poteaux) qui sont assemblées par collage structurel à un panneau en CLT. En fonction des fabricants, les dimensions peuvent atteindre 16,50 m de long (entraxe

entre nervures jusqu'à 3 m) et 3,60 m de haut, pour une épaisseur de voile de 60 mm. Ce système permet aux charges gravitaires de transiter entre niveaux jusqu'aux fondations et d'élever des bâtiments de 4 à 15 niveaux. Quant au plancher, il se compose de 3 nervures collées et alignées avec la rive du panneau. Ce dernier sert de table de compression et les nervures travaillent en

traction, reprenant les charges gravitaires et autorisant ainsi de franchir des portées supérieures à 6 m sans structure poteau-poutre. Que ce soit pour les murs ou les planchers, les espaces entre les nervures permettent le passage des gaines techniques ou leur remplissage (isolants thermiques et acoustiques, matériaux en vrac). ■

BOIS LAMELLÉ

COURBES ET PORTÉES



▶ Situé à proximité de la gare de Pierrefite-Stains (93), l'Industreet, le nouveau pôle d'enseignement de 11 000 m² est dédié aux métiers de l'industrie de la Fondation Total. L'atelier d'architecture WOA a imaginé un espace polyvalent organisé autour d'une halle centrale surmontée d'une verrière. La structure poteau-poutre et la charpente ont été réalisés en bois lamellé épïcéa. Une poutre en bois lamellé de 25 m a permis d'éliminer les poteaux dans la halle pour offrir une plus grande flexibilité d'usage.

Le bois lamellé est le matériau qui autorise de grandes portées et offre des formes infinies : droite, courbe, brisée ou encore dédoublée. Matériau léger et extrêmement résistant, il permet la réalisation de sections importantes et peut assurer de très longues portées, tout en garantissant une excellente stabilité dimensionnelle. Ces caractéristiques mécaniques autorisent ainsi une grande liberté architecturale. En outre, les sections peuvent être parallélépipédiques, ovoïdes ou rondes et peuvent présenter une inertie constante (la forme reste la même tout au long de la poutre) ou variable. Il est constitué de lamelles de bois purgées de 33 ou 45 mm, aboutées et encollées dans le sens du fil du bois. Les essences principalement utilisées dans sa fabrication sont le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre et le Douglas. Il est également fortement résistant aux environnements agressifs, ce qui autorise son utilisation pour la réalisation de bâtiments industriels et de stockage, mais aussi dans la construction de piscines. ■

NORMES

NF DTU 31.1 : Charpente en bois.

NF EN 14080 : Structures en bois – Bois lamellé-collé et bois massif reconstitué – Exigences.



▶ L'immeuble Green office Enjoy dans le quartier des Batignolles à Paris comprend 17 400 m² de bureaux et de commerces construit sur dalle béton au-dessus des voies SNCF. Imaginé par Baumschlager Eberle Architekten, il se compose d'un rez-de-chaussée de deux niveaux en béton posés sur des boîtes à ressort, de cinq niveaux en bois avec un noyau central en béton, et d'un dernier niveau technique en structure métallique. Les niveaux en bois sont en structure poteau-poutre bois lamellé et les planchers nervurés ont été préfabriqués en modules de 2,70 x 7,50 m. L'utilisation de ce système a permis, grâce à son faible poids, de rajouter deux étages de construction dans la partie où l'immeuble enjambe les voies ferrées.

BMR

L'ESTHÉTIQUE DU BOIS



Destiné à la maintenance du réseau ferré, ce nouvel équipement industriel situé sur le site de la Moutonnerie à Nantes (44) a été dessiné par DLW Architectes. La structure des halles du Centre voie (130 x 21 m) et du CREM (40 x 21 m) à Nantes (44) est composée de fermes treillis en BMR d'une portée de 21m reposant sur des poteaux en BMR d'entraxe 5,80m, d'un réseau de pannes en BMR support des couvertures et d'un grand shed longitudinal dont la structure comprend des arbalétriers en bois lamellé et des pannes en BMR.

La poutre en bois massif reconstitué (BMR) permet d'obtenir l'esthétique du bois massif en s'affranchissant des contraintes notamment les variations dimensionnelles.

Elle est composée de deux à cinq lames de bois massif de 45 à 85 mm, collées et aboutées formant des sections maximales de 280 x 280 mm. La poutre en BMR est

CERTIFICATION

ACERBOIS

employée comme élément structurel apparent dans la réalisation de charpentes (pannes, chevrons, solives, arbalétriers), planchers et murs, mais aussi en madrier de chalet. Les essences utilisées sont principalement le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le douglas et le mélèze. Il est purgé des défauts lors de la phase d'aboutage. Sa composition permet d'obtenir des propriétés mécaniques supérieures au bois massif du fait de la superposition des lames encollées. ■

NORMES

NF DTU 31.1 : Charpente en bois.
NF EN 14080 : 2013 Structures en bois – Bois lamellé-collé et bois massif reconstitué – Exigences.

POUTRE TREILLIS

PORTÉE ET LÉGÈRETÉ



Pour la construction d'un atelier de carrosserie à Valdahon (25), Amiot-Lombard Architectes a imaginé une enveloppe en ossature bois (murs, charpente, complexe de toiture) sur une assise en béton. Des poutres treillis en bois d'une portée de 21 m libèrent l'espace intérieur destiné à accueillir les espaces de travail disposés entre chaque élément de charpente.

La poutre treillis en bois est un élément structurel constitué de membrures en partie supérieure et inférieure et de diagonales. Il existe plusieurs sortes d'assemblages : les diagonales et les membrures avec tenons et mortaises collées, les diago-

nales liées entre elles par entures multiples collées et clouées entre deux membrures, les diagonales et les membrures sont assemblées au moyen de ferrures de liaison. Il existe plusieurs modèles de poutres treillis caractérisés par l'orientation des diagonales : en N,

en V (ou poutre Warren), en croix de Saint-André... Utilisée dans la réalisation d'ouvrages de grandes portées comme les bâtiments industriels ou encore sportifs, la structure des poutres treillis lui confère d'excellentes propriétés mécaniques notamment à la compression et à la traction. Légères, elles permettent de limiter le poids de la charpente et des charges sur les murs porteurs. Les treillis permettent en outre d'intégrer toutes les gaines techniques. ■

NORMES

NF DTU 31.1 : Charpente en bois.
NF EN 1995 : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments.

POUTRE EN I

LÉGÈRETÉ ET EFFICACITÉ THERMIQUE



Dans le cadre de la rénovation et de la mise aux normes d'accessibilité, l'hôtel Spa L'invitation au voyage à Honfleur (14) s'est doté d'une nouvelle charpente dont les chevrons porteurs sont des poutres en I fixés à la poutre faitière en Lamibois LVL multiplis avec des connecteurs métalliques. Ce choix a été motivé par la légèreté du produit et sa manutention facilitée.

La forme en I majuscule a donné son nom à cette poutre structurelle employée dans la réalisation de planchers et en toiture (pannes, chevrons) mais aussi en montant d'ossature pour des parois à très forte isolation. La poutre en I est constituée de deux membrures de section rectangulaire en bois ou en matériaux dérivés du bois (bois lamellé, contre-collé, lamibois) reliées entre

CERTIFICATION

CTB Eléments de structure en bois CTB-PI

elles par une âme en matériau à base de bois (OSB, contreplaqué, panneau de fibres à haute performance) ou en tôle d'acier et dont la liaison est assurée par assemblage mécanique ou par collage. Particulièrement légère et offrant une bonne résistance mécanique, la poutre en I permet une économie de matière, un allègement des charges et autorise de grands franchissements (de 5 à 12 m). ■

NORMES

NF EN 14080 pour les membrures en bois lamellé.
NF EN 14081 pour les membrures en bois massif et âmes en bois massif.
NF EN 15497 pour les membrures en bois massif abouté.
NF EN 14374 pour les membrures en lamibois ou autres matériaux dérivés du bois.
NF EN 13986 pour les âmes en panneau à base de bois.
Ces produits sont sous Avis Techniques CPT 3768 Cahier des prescriptions techniques.

POUTRE HYBRIDE BOIS/MÉTAL

ÉCONOMIE DE MATIÈRE - INTÉGRER LES RÉSEAUX



La résidence Le Clos Guibert dans l'écoquartier du Sycomore à Bussy-Saint-Georges (77) a été réalisée par l'entreprise Savare (Eiffage). Elle se compose de trois bâtiments collectifs de 82 logements en R+1 et R+3 et de 26 maisons individuelles en ossature bois. Les planchers se composent de 1400 ml de poutres hybrides bois/métal utilisées en caissons préfabriqués.

Les poutres hybrides bois et métal sont des éléments structurels triangulés constitués de membrures hautes et basses en bois et solidarisés par des connecteurs métalliques en V. Fabriquées en atelier par pressage, elles sont utilisées comme éléments porteurs dans le neuf comme en rénovation pour la réalisation de planchers et de toitures (chevrons, terrasses et individuelles), comme montants d'une ossature bois pour la transformation des combles, y compris combles non aménageables, ou encore pour

la surélévation de maisons individuelles. Les solives peuvent être posées entre les murs sur des sabots métalliques, des muralières ou encore sur les lisses hautes des ossatures bois. Les poutres hybrides bois/métal allient légèreté (avec un poids 40 % plus faible que le bois massif ce qui facilite leur mise en œuvre), stabilité dimensionnelle et permettent l'intégration des réseaux (électricité, VMC, câbles) à l'intérieur de la structure. Déclinée en plusieurs hauteurs pour les V (ou Webs) et les membrures, sa structure contribue à la réduction des bruits et des vibrations. ■

NORMES

Les connecteurs sont sous ATE.
Les bois doivent être conforme à leur norme produit correspondante.

CHARPENTE TRADITIONNELLE

LA CHARPENTE PRÉFABRIQUÉE



Réparti sur quatre bâtiments, le programme mixte de la Maison du Comté à Poligny (39) dessiné par Architectures Amiot Lombard, associe centre de découverte, bureaux et espaces de stockage. Les espaces muséaux abritent une charpente bois en sapin local d'une portée de 16 m composée de fermes treillis sur un entraxe de 2,70 m et des arbalétriers retroussés dans l'épaisseur de la couverture. Les entrails, poinçons et filants se croisent sans interruption, ce qui rend les assemblages simples, sans platines d'assemblage.

NORMES

DTU 31.1 : Charpentes et escaliers en bois.
NF EN 1995 : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments.

© Stephan Girard

Ce savoir-faire ancestral est encore très souvent utilisé notamment dans l'habitat individuel pour son esthétisme lorsqu'elle est laissée apparente et son large choix d'essences. La charpente traditionnelle est constituée de fermes reliées par des pannes sur lesquels sont disposés des chevrons dans le sens de la pente tous les 40 à 60 cm environ. Les voliges sont ensuite fixées horizontalement sur les pannes et supportent la couverture. Contrairement à la charpente industrielle qui utilise des connecteurs métalliques, l'assemblage d'une charpente traditionnelle est effectué par boulonnage, par clouage ou par embrèvement (assemblage par contact bois sur bois). Le développement des outils numériques permet aujourd'hui de concevoir, fabriquer et découper les pièces avec une très grande précision en atelier, assurant ainsi sur chantier une rapidité d'assemblage et de montage. ■



© Stephan Girard

CHARPENTE FERMETTE

LA CHARPENTE INDUSTRIELLE



© Groupe Champeau

Dévasté par la tempête de 1999, le Château Bouqueyran à Moulis-en-Médoc (33) a retrouvé son lustre d'antan. Le plan original de la charpente constitué d'un corps central avec toiture de style Mansart surmonté d'une tour ronde et encadré de deux tours carrées a été conservé. Le choix s'est porté sur une charpente fermette afin de concilier les différentes formes sur un même projet.

NORMES

NF EN 14250 : Structures en bois – Exigences relatives aux fermes préfabriquées utilisant des connecteurs à plaque métallique emboutie.
NF DTU 31.3 : Travaux de bâtiment – charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets.
NF EN 1995 : EC5 – Eurocode 5 : calcul des structures bois.

Dérivée de la ferme chevrons que l'on trouve traditionnellement dans les bâtiments anciens et dont la forme rappelle une coque de bateau inversée, la technique de la charpente fermette a aujourd'hui été simplifiée et industrialisée. Son principe repose sur la fabrication d'une charpente avec des bois de faible section assemblés entre eux au moyen de connecteurs métalliques, parfois renforcés avec un clouage rapproché et par l'ajout d'étriers. Les composants de fermettes mesurent généralement 35 mm d'épaisseur, de 60 à 250 mm de hauteur avec des longueurs pouvant atteindre les 6,5 m. L'industrialisation et le développement des outils numériques pour les calculs et l'élaboration des plans ont permis une optimisation de la matière et une réduction des coûts de production. L'essence majoritairement utilisée en France est le sapin, mais la charpente fermette peut également être produite en Douglas, en épicéa ou en peuplier. Appliquée sur tout type de murs (béton, bois, acier), sa structure légère et stable permet de l'utiliser tant dans la réalisation de maisons individuelles que de logements

collectifs, bâtiments commerciaux, industriels, tertiaires, ou encore agricoles. En outre, la charpente fermette s'adapte à de nombreuses configurations : combles perdus

ou habitables, sur appui ou sur dalle, isostatiques ou hyperstatiques, fermes porteuses et poutres treillis servant d'appui pour les autres fermes, et enfin portiques. ■



© Champeau

ASSEMBLAGES

ASSURER LA STABILITÉ

La qualité d'une structure dépend des assemblages qui influent sur son comportement mécanique, sa ductilité et sa rigidité. Un assemblage doit pouvoir transmettre les efforts de compression, de traction, de cisaillement et de flexion. Les solutions les plus courantes mettent

en œuvre des organes métalliques avec l'emploi de pointes et clous, de vis ou de tirefonds, de boulons et de broches, d'assemblages, de connecteurs métalliques ou encore de boîtiers et de plats métalliques. Il existe également des assemblages collés et métal-collés avec la réalisation de sys-

tèmes de goujons ou de plats métalliques collés, d'entures d'angle et d'inserts. Enfin, les assemblages bois sur bois, moins couramment utilisés, sont réalisés par emboîtement, par entaille ou encore par assemblage à mi-bois. ■

COLLES

FAIBLE ÉMISSIVITÉ

De nombreuses recherches ont été menées sur les colles à base de formaldéhydes, classées catégorie 1 par le CIRC (« cancérrogénicité avérée pour l'homme »), afin de réduire leurs émissions de COV (composés organiques volatils). En trente ans, leur teneur en formaldéhyde a été divisée par 10 (étude FCBA). Depuis 2009, la fédération européenne des fabricants de panneaux a décidé de baisser la totalité de la production de panneaux européens au niveau d'émission « EPF Standard », soit moins de 4 mg de formal-

déhyde libre pour 100 g de panneaux bruts. Il existe également des colles polyuréthanes, réalisées à partir de polymères et de composés chimiques divers, sans formaldéhydes ni solvants. Dans le cas du bois lamellé, et grâce à l'utilisation de produits conformes à la directive européenne Biocides et de solvants en phase aqueuse, le laboratoire Excell a délivré en 2020 son attestation « Zone Verte » aux titulaires de la certification ACERBOIS, qui impose le marquage CTB-P+ pour les produits de finition utilisés. Cette attestation

garantit la totale innocuité du matériau vis-à-vis de la qualité de l'air pour ses occupants ou des produits qu'il abrite, dans les bâtiments à usage agro-alimentaire par exemple. Enfin, plusieurs projets sont menés pour substituer les composants pétrochimiques par des colles vertes à base d'additifs biosourcés élaborés à partir de protéines végétales, lignines, tanins ou encore huiles végétales. Ces nouvelles résines adhésives sont dites sans substance préoccupante (*Substance of Very High Concern* SVHC). ■

EPERS

UN ENGAGEMENT SOLIDAIRE

La loi du 4 janvier 1978 institue une responsabilité des fabricants dans le cadre de l'article 1792-4 du Code civil. En matière de garantie décennale, cet article fonde le principe de l'EPERS (élément pouvant entraîner la responsabilité solidaire) qui rend responsable solidairement certains fabricants de produits ou d'équipements ajoutés à l'ouvrage prin-

cipal par le constructeur. La réglementation énonce que le fabricant d'un ouvrage, d'une partie ou d'un élément d'équipement est solidairement responsable des obligations à la charge du locateur d'ouvrage qui a mis en œuvre l'ouvrage, la partie d'ouvrage ou élément d'équipement. Les éléments préfabriqués tels que murs, cloisons, planchers ou

encore les éléments de toitures font référence à la notion de partie d'ouvrage. Le fabricant peut donc voir sa responsabilité recherchée sur le vice caché du produit livré pendant un délai de deux ans à compter de la découverte du vice ou sur le fondement de la responsabilité décennale. ■

Document édité et diffusé par LES CAHIERS TECHNIQUES DU BATIMENT n°397 en partenariat avec l'UICB. Société éditrice : Groupe Moniteur S.A.S. 10 place du Général de Gaulle, BP 20156, 92186 ANTONY Cedex. RCS Nanterre B403080823. Président-directeur de la publication : Julien Elmaleh. Directrice générale déléguée : Elisabeth Shemtov. Rédactrice en chef : Stéphanie Obadia. Directrice commerciale : Stéphanie Nadreau. Rédaction : Delphine Renardet. Conception graphique et réalisation : Capucine Dupuy. Impression : KMC Graphic. **Couverture** : quel que soit le projet, les composants de structure industrialisés en bois offrent des solutions pertinentes et performantes, à découvrir dans ce dossier.



CERTIFICATIONS

GARANTIR LA QUALITÉ ET LA PERFORMANCE

Le marquage CE certifie un niveau de sécurité et de fiabilité des composants bois présentés dans ce dossier selon la directive européenne 89/106/CEE « Matériaux de Construction ». Il garantit la traçabilité et la conformité des matériaux vis-à-vis des normes européennes et françaises qui lui sont rattachées. Au-delà du marquage CE, les certifications apportent des garanties de performances, de qualité, de sécurité, de fiabilité et d'aptitude à l'usage d'un produit. Les organismes certificateurs du bois dans la construction sont l'association ACERBOIS, AFNOR, le FCBA :

PRODUITS	CERTIFICATION	CARACTÉRISTIQUES
<ul style="list-style-type: none"> Bois lamellé Charpentes et structures taillées Bois Massif Reconstitué (BMR) 		<ul style="list-style-type: none"> Classe de résistance (GL ; C) selon la norme EN 14080:2013 « Structures en bois – Bois lamellé-collé et Bois massif reconstitué – Exigence » Classe d'Emploi (1 ; 2 ; 3.1 ; 3.2) selon la norme EN 335 Emploi d'un produit de préservation à vocation anti-termites (T) Contrôles permanents (humidité, aboutage, encollage, préservation)
Poutres en I	CTB Composants & systèmes bois Application produits composites pour charpentes / toitures / planchers	<ul style="list-style-type: none"> Conception Aptitude à l'usage Qualité de fabrication Information portant sur la mise en œuvre du produit
Charpentes industrialisées	CTB Composants & systèmes bois Application charpentes industrielles	
Ossatures bois	CTB Composants & systèmes bois Application ossature bois et dérivés	
Contreplaqué extérieur CTB-X	NF Contreplaqué extérieur CTB-X 	<ul style="list-style-type: none"> Caractéristiques mécaniques Tolérances dimensionnelles Qualité du collage Dégagement de formaldéhyde Qualité des placages Durabilité biologique
Panneau de particules CTB-H		<ul style="list-style-type: none"> Caractéristiques mécaniques Gonflement en épaisseur après immersion 24h Cohésion interne Dégagement de formaldéhyde Masse volumique & humidité Équerrage & rectitude Épaisseur



POUR EN SAVOIR PLUS

Union des Industriels et Constructeurs Bois : www.uicb.pro

Portail de la poutre en I : www.poutre-en-i.com

Portail du bois lamellé : www.glulam.org

Union des Industries du Panneau Contreplaqué : www.uipc-contreplaqué.fr

Portail du contreplaqué : www.lecontreplaqué.com

Union des Industries de Panneau de Process : www.uipp.fr

Catalogue Construction Bois : <http://catalogue-construction-bois.fr/>

Acerbois : www.acerbois.org

FCBA : www.fcba.fr

AFNOR : www.afnor.org

Union des Métiers du Bois (UMB-FFB) : www.umb.ffbatiment.fr

CAPEB : www.capeb.fr

Ce dossier spécial a été réalisé en collaboration avec l'Union des Industriels et Constructeurs Bois, l'Union des Industries de Panneau de Process, l'Union des Industries du Panneau Contreplaqué, l'Union des Métiers du Bois (FFB), la CAPEB avec le soutien du CODIFAB.