# LE GUIDE DE CONCEPTION BOIS

Wood Shapers

SUSTAINABLE REAL ESTATE SOLUTIONS

# TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Introdution | 1 |
| 1.1 | Qui sommes-nous, quelles sont nos compétences | 1 |
| 1.2 | Notre vision | 2 |
| 1.3 | Pourquoi avoir réalisé ce Guide de Conception Bois ? | 3 |
| 1.4 | Contacts | 3 |
| 2. | Généralités | 5 |
| 2.1 | Le choix des matériaux | 5 |
| 2.1.1 | Bois Lamellé Croisé – CLT | 8 |
| 2.1.2 | Bois Lamellé Collé – BLC | 9 |
| 2.1.3 | Lamibois – LVL | 10 |
| 2.1.4 | Ossature bois | 11 |
| 2.2 | Résistance et réaction au feu de la structure | 12 |
| 2.2.1 | Le bois vis-à-vis du feu | 12 |
| 2.2.2 | Classe de bâtiment | 13 |
| 2.2.3 | Définition des normes REI | 14 |
| 2.2.4 | Résistance au feu | 15 |
| 2.2.5 | Réaction au feu | 16 |
| 2.3 | Acoustique | 18 |
| 3. | Guide de conception Wood Shapers | 21 |
| 3.1 | Systèmes de planchers | 22 |
| 3.1.1 | Plancher en bois lamellé-croisé CLT | 23 |
| 3.1.2 | Plancher en CLT Nervuré (Ribbed Floor) | 24 |
| 3.1.2.1 | Plancher en CLT Nervuré | 24 |
| 3.1.2.2 | Plancher en CLT Nervuré inversé | 25 |
| 3.1.3 | Plancher mixte bois / béton | 26 |
| 3.1.3.1 | Plancher nervuré BLC / Béton (planchers CREE) | 26 |
| 3.1.3.2 | Flat Slab Pannel | 28 |
| 3.1.4 | Caissons préfabriqués | 30 |
| 3.1.4.1 | Lignotrend – Lignature | 30 |
| 3.1.4.2 | Kerto Ripa | 31 |
| 3.1.4.3 | Toitures Kielsteg | 32 |
| 3.2 | Systèmes poteaux-poutres & système CREE | 33 |
| 3.2.1 | Systèmes poteaux-poutres en bois | 33 |
| 3.2.2 | Systèmes poteaux-poutres mixtes | 33 |
| 3.2.3 | Système CREE | 34 |
| 3.3 | Système façades | 35 |
| 3.3.1 | Panneaux en bois lamellé-croisé CLT | 35 |
| 3.3.2 | Ossature bois | 36 |
| 3.3.3 | Panneaux sandwichs en béton architectonique | 38 |
| 3.4 | Systèmes porteurs intérieurs | 39 |
| 3.4.1 | Voiles en bois lamellé-croisé – CLT | 39 |
| 3.4.2 | Voiles en béton préfabriqué | 40 |
| 3.5 | Contreventement | 41 |
| 3.5.1 | Contreventement en voiles de cisaillement CLT – LVL – Immeubles bas | 41 |
| 3.5.2 | Contreventement de façade – Immeubles moyens | 42 |
| 3.5.3 | Contreventement par noyau béton – Immeubles hauts | 43 |
| 4. | What Next | 45 |

# INTRODUCTION

## QUI SOMMES-NOUS, QUELLES SONT NOS COMPÉTENCES

Lancé à l'initiative du Groupe CFE, Wood Shapers est une joint-venture entre CFE Contracting (holding Entreprises Générales) et BPI Real Estate (Promoteur Immobilier).

En plus de cette double casquette de Promoteur-Développeur et d'Entrepreneur Général, Wood Shapers dispose d'une corde de plus à son arc avec l'intégration de l'usine de production LTS (Lamcol) qui vient accroître le savoir-faire et la maîtrise des projets en structure bois préfabriquée.

## Wood Shapers offre une solution durable et intégrée pour tous vos projets, incluant :

- Promotion et développement immobilier ;
- Conception et bureau d'étude ;
- Usinage, production et logistique ;
- Exécution

Selon les opportunités de développement qui se présentent, Wood Shapers compte deux axes de développement pour répondre à un maximum de vos attentes :

- Projets de promotions propres (Promoteur-constructeur)
- Design & Build (Entreprise Générale)

## POURQUOI AVOIR RÉALISÉ CE GUIDE DE CONCEPTION BOIS ?

L'objectif de départ pour la réalisation de ce guide de Conception Bois est de partager notre savoir-faire dans un esprit collaboratif et d'open-source. Ce guide est également l'occasion de démontrer les multiplies possibilités de réalisation en bois et ce document permettra à tous les concepteurs de concevoir des projets en bois sur une base technique fiable et étoffée.

## CONTACTS

Pour mener à bien ses projets, Wood Shapers s'est fondé sur les compétences d'une équipe expérimentée et pluridisciplinaire passionnée par l'innovation, la construction et l'immobilier.

Pour toute question, n'hésitez pas à prendre contact avec nous :

**SIMONS COLS**

Business Development Manager
scols@woodshapers.com
0032 495 41 60 99

**PHILIPPE COURTOY**

Wood Expert
pcourtoy@woodshapers.com
0032 498 88 44 44

**LUC CLAEYS**

Head of Execution
lclaeys@woodshapers.com
0032 473 60 56 19

Projet Wooden à Leudelange au Luxembourg
Maîtres d'ouvrage : BPI Real Estate & IKO Real Estate / Entreprise générale : Wood Shapers & CLE

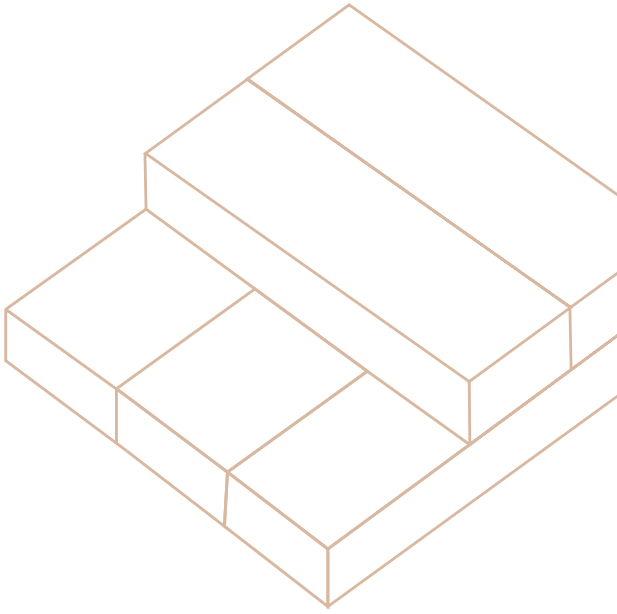
# GÉNÉRALITÉS

## LE CHOIX DES MATÉRIAUX

Selon les spécificités de chaque projet, nous préconisons l'utilisation de matériaux durables qui répondent aux enjeux sociétaux de notre secteur pour améliorer la qualité de vie dans nos villes. Toutefois, le bois est un matériaux onéreux en volume. Il est donc important de mettre en œuvre **LE BON MATÉRIAU AU BON ENDROIT** afin d'optimiser votre projet.

## BOIS LAMELLÉ CROISÉ (CLT)

Les panneaux CLT « Cross-Laminated-Timber » sont constitués de plusieurs couches de planches de bois de pin (Picea abies). Les lamelles jointées et rabotées sont placées côte à côte et superposées en un nombre impair de couches, chacune orientée à 90° par rapport aux couches précédentes et suivantes. Une couche de colle est appliquée entre les différentes couches. Les lamelles sont poussées les unes contre les autres dans la largeur et la longueur pour fermer tous les joints et sont ensuite compressées sous une pression de 1,2 N/mm² selon l'épaisseur pour former un ensemble solide. Ces panneaux sont habituellement fabriqués en 3, 5 ou 7 couches.



## UTILISATION EN PLANCHERS ET MURS

La qualité de surface des panneaux CLT est esthétiquement divisée en 3 catégories :

Qualité visible résidentielle (WSI)

Qualité visible industrielle (ISI)

Qualité non visible (NSI)

LTS Lysem Anderlecht

LTS KI-étude Namur

**ÉPAISSEUR DES PANNEAUX**
60 à 280 mm

**LARGEUR DES PANNEAUX**
2,35 à 3,45 m

**LONGUEUR DES PANNEAUX**
6,5 à 16,4 m

**ÉTANCHÉITÉ À L'AIR**
Étanche à l'air
à partir de 5 couches

**RÉACTION AU FEU**
D-s2-d0 ou B-s2-d0 avec traitement feu

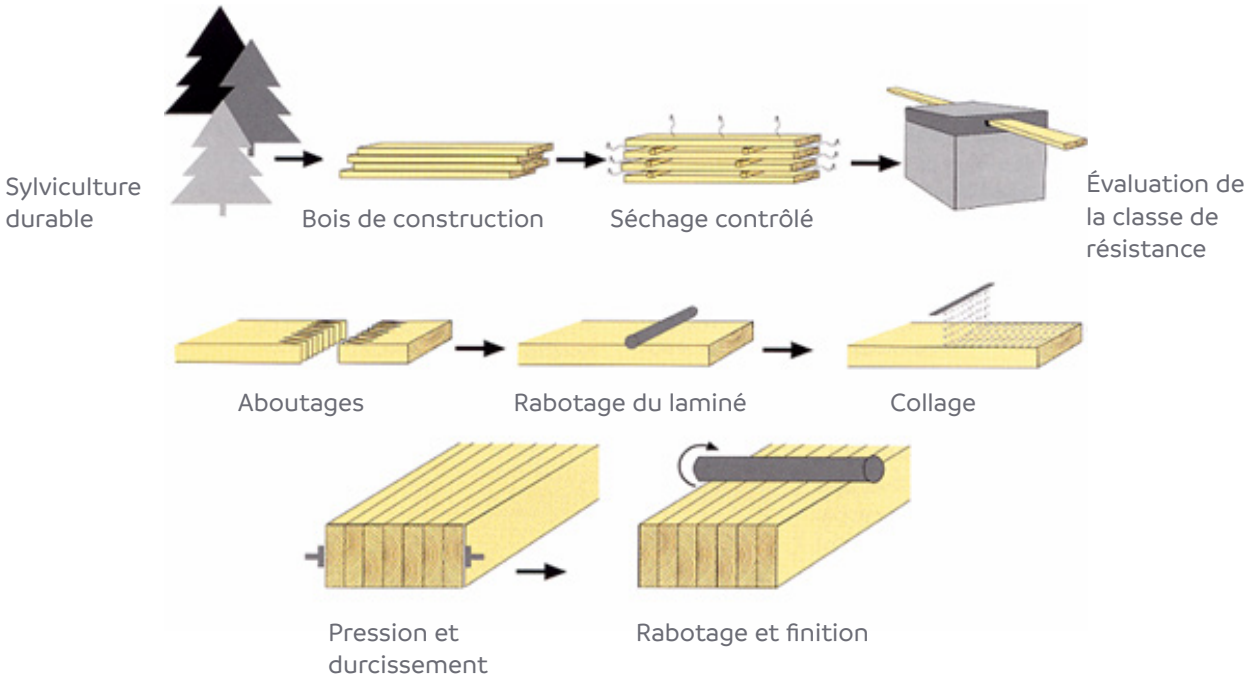
**RÉSISTANCE AU FEU**
Maximum REI120 en fonction de la structure du plancher et du mur

LTS Pharmacie Sambreville

# BOIS LAMELLÉ-COLLÉ (BLC)

Un élément en bois lamellé-collé est constitué de lamelles de bois de pin (Picea abies) ou de Mélèze (Pinaceae) superposées collées entre elles de telle sorte que leurs fils soient parallèles. Les lamelles sont obtenues en aboutant plusieurs planches les unes à la suite des autres. La liaison entre les lamelles se fait à l'aide de colles dont les qualités mécaniques doivent être au moins égales à celles des lamelles de bois, de façon à ce que l'ensemble se comporte comme une pièce massive.





LTS Hôpital à Ixelles

**ÉPAISSEUR DES LAMELLES**
34 à 45 mm

**LARGEUR DES LAMELLES**
80 à 260 mm (collage en bloc possible jusque 500 mm)

**LONGUEUR MAX DES POUTRES**
42 m

HAUTEUR MAX DES POUTRES
2,2 m (en une pièce)

**CLASSE DE RÉSISTANCE**
GL24h – GL28h

**RÉACTION AU FEU**
D-s2-d0 ou B-s2-d0 avec traitement feu

**RÉSISTANCE AU FEU**
Maximum REI120 en fonction de le structure du plancher et du mur

# LAMIBOIS (LVL)

La technologie 'Laminated Vener Lumber', ou le lamibois (LVL) est un produit de pointe à base de bois constitué de placages d'épicéa (Picea Abies) de 3 mm solidarisés par collage (obtenu par déroulage). Il en résulte un matériau plus performant que le BLC, le CLT ou le placage de hêtre (Baubuch). Le LVL est un des matériaux de construction les plus robustes rapporté à son poids et il constitue de ce fait la solution idéale lorsqu'une résistance, une stabilité dimensionnelle et une capacité de charge élevée sont impératives. Sans oublier la qualité homogène de ce matériau et la grande facilité à le travailler.

Pollmeier Baubuch

**ÉPAISSEUR MAXIMUM**
75 mm (collage en bloc possible jusque 320 mm)

**LARGEUR MAXIMUM**
2,5 m

**LONGUEUR MAXIMUM**
24 m

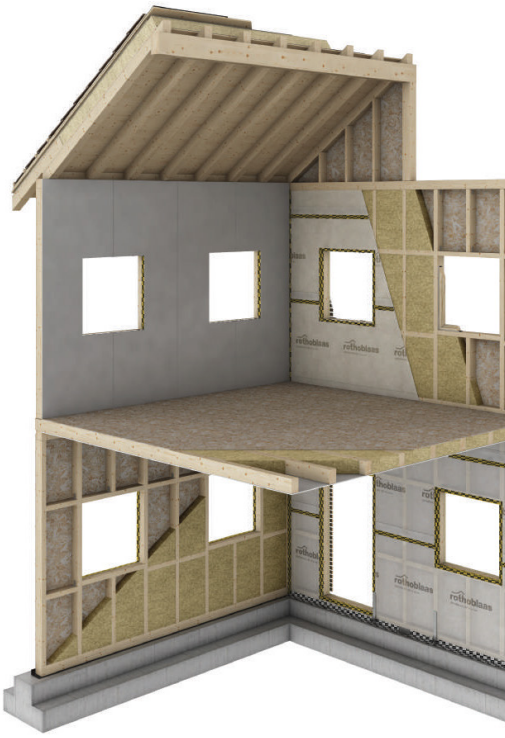
**CLASSE DE RÉSISTANCE**
LVL32 à LVL80

**RÉACTION AU FEU**
D-s2-d0 ou B-s2-d0 avec traitement feu

**RÉSISTANCE AU FEU**
Maximum REI120 en fonction de la structure du plancher et du mur

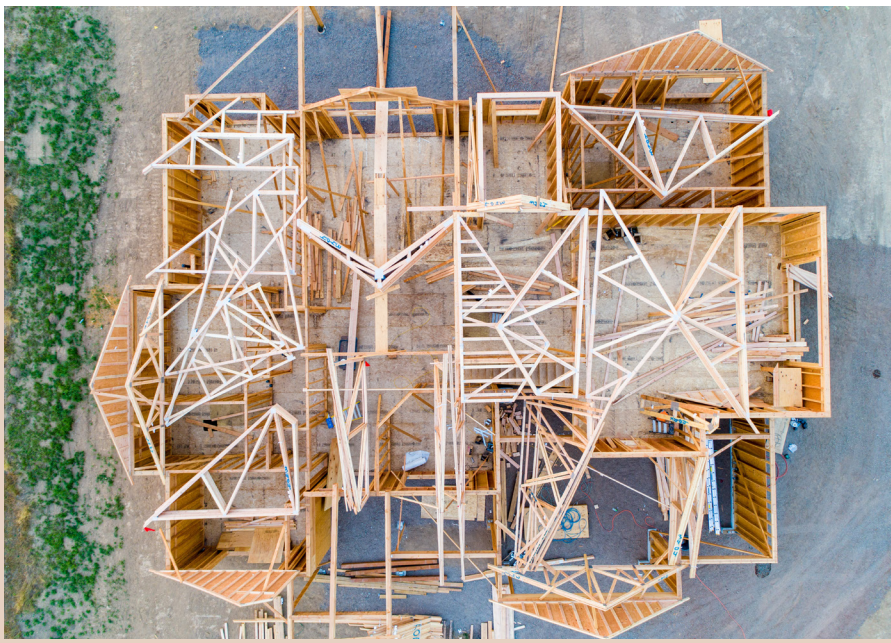
# OSSATURE BOIS

La construction à ossature bois est un système de construction où la structure portante se compose de montants verticaux de faible section (par exemple : 38 x 140 mm, 45 x 145 mm, 45 x 220 mm ou 60 x 100 mm parmi les sections les plus courantes) disposés à intervalles réguliers et reliés entre eux par des traverses horizontales en bois, et est revêtue de panneaux.



Les bois de structure d'une ossature bois peuvent être réalisés au moyen de divers types de bois, bois massif, BLC, LVL ...

Le choix du type de panneau à utiliser se fera en fonction de l'application prévue et du milieu dans lequel le panneau sera utilisé (classe de service à combiner à la classe de durabilité). Les panneaux peuvent être entre autres en OSB, LVL, plaques planes en fibre ciment, plaques de plâtre ...



**ÉPAISSEUR MAXIMUM**
270 mm (double montant possible - 400 mm)

**LARGEUR MAXIMUM**
3 - 5 m

**LONGUEUR MAXIMUM**
12 m

# RÉSISTANCE ET RÉACTION AU FEU DE LA STRUCTURE

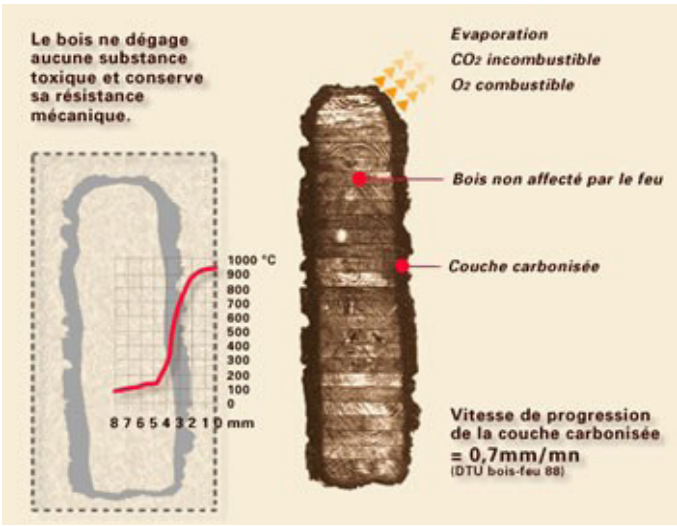
## LE BOIS VIS-A-VIS DU FEU

Bien que les structures en bois soient réalisées avec un matériau combustible, elles résistent remarquablement au feu (à la différence de l'acier) par elles-mêmes.

Le comportement est particulièrement favorable lorsque les sections sont suffisantes pour permettre la formation d'une enveloppe de bois carbonisé qui assure une protection progressive de la partie centrale. Cette couche de carbonisation a une conductibilité thermique 5 X moindre que le bois, elle joue donc un rôle d'isolant et permet ainsi de différer l'inflammation des couches internes.

Le bois lamellé-collé conserve donc longtemps ses caractéristiques mécaniques et son comportement sous charge ne dépend que de sa section nette non détruite par le feu. Les sections sont dimensionnées en fonction, en considérant la perte de section correspondante à la durée d'exposition au feu.

Il n'est dès lors généralement pas nécessaire de prévoir des protections complémentaires de la structure.



Pour qu'une section résiste au feu, il suffit donc de lui prévoir une section plus grande, mais une attention très importante doit être donnée aux assemblages qui eux aussi doivent résister au feu. Cela est particulièrement important car, très souvent, les assemblages sont métalliques et donc très sensibles à la chaleur.

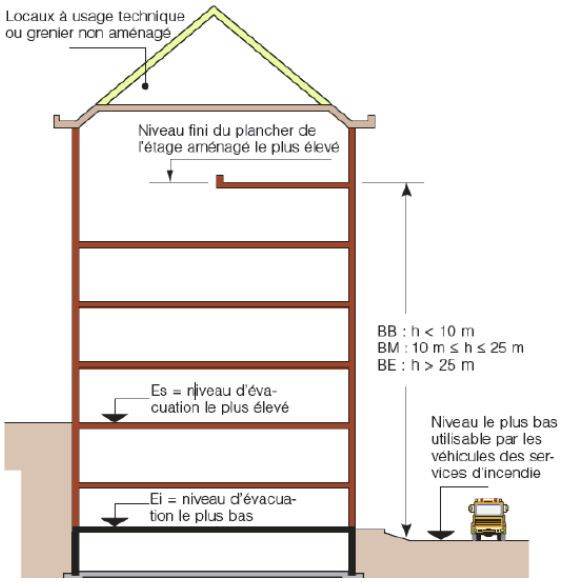
## CLASSE DE BÂTIMENT

On distingue 3 classes de bâtiments :

- Bâtiments Bas (BB) : h < 10 m
- Bâtiments Moyens (BM) : 10 m < h < 25 m
- Bâtiments Elevés (BE) : h > 25 m

Les bâtiments sont répartis dans les classes suivantes, en fonction du risque décroissant lié au type d'occupation :

- Type 1 : occupants non-autonomes ;
- Type 2 : occupants autonomes et dormants ;
- Type 3 : occupants autonomes et vigilants.



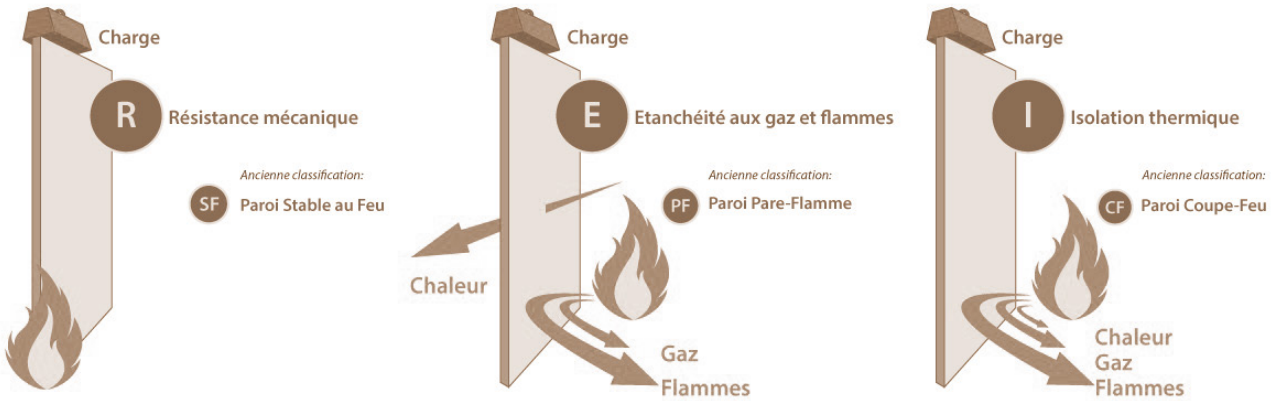
## DÉFINITION DES NORMES REI

Les normes retenues sont R, E, I ou des combinaisons des trois fonctions :

- R : la capacité portante (fonction R déterminée par calcul)
- E : l'étanchéité au feu (fonction E remplie si un tampon de coton ne s'enflamme pas lorsqu'il est placé sur la face non exposée, près d'éventuelles fissures visibles)
- I : isolation thermique (fonction remplie si la paroi non exposée ne dépasse pas 140°C en moyenne)

Exigences :

- Stabilité au feu ( SF ) = R
- Pare-flamme ( PF ) = E ou RE
- Coupe-feu ( CF ) = EI ou REI



## RÉSISTANCE AU FEU

La résistance au feu d'un bâtiment c'est son aptitude à résister à l'attaque thermique d'un incendie sans perte de stabilité structurelle et doit répondre aux critères de l'Arrêté Royal ci-dessous.

TENUE AU FEU DES BÂTIMENTS SUIVANT AR

| | Eléments « Structurels » (colonnes, poutres, murs, planchers porteurs ...) | Parois de compartimentage non portantes | Parois de compartimentage portantes |
|---|---|---|---|
| Bâtiments Bas | | | |
| D'un seul niveau | R 30 | EI 30 | REI 30 |
| | | EI 60 (sous-sol) | REI 60 (sous-sols et plancher REZ) |
| De plusieurs niveaux | R 60 | EI 60 | REI 60 |
| Bâtiments Moyens | | | |
| En sous-sol | R 120 | EI 60 | REI 60 |
| Au-dessus du sol | R 60 | EI 60 | REI 60 |
| Bâtiments Elevés | | | |
| Sous-sols + étages | R 120 | EI 120 | REI 120 |
| Bâtiments Industriels | | | |
| Classe A | Pas de R déterminé | EI 60 | REI 60 |
| Classe B | R 120 en fonction du type d'éléments structurels | EI 120 | REI 120 |
| Classe C | | EI 120 | REI 120 |

## RÉACTION AU FEU

La réaction au feu est définie comme étant l'influence d'un matériau sur l'apparition et la propagation d'un incendie. Il faut prouver que le matériau ne va pas produire trop de fumée ni trop de particules.
Le bois présente une réaction au feu D - s2 - d0, soit :

- Euroclasse D = produit résistant pendant une période plus longue à l'attaque d'une petite flamme. Capable de subir l'attaque thermique issue d'un objet isolé en feu avec un dégagement calorifique retardé et limité.
- s2 = production totale de fumée et débit d'augmentation de la production limité.
- d0 = pas de gouttes enflammées.

D'après les tableaux ci-dessous, le bois pourra être laissé visible à l'intérieur des logements, mais une protection devra être apportée dans les chemins d'évacuation pour satisfaire aux critères REI. Les revêtements peuvent être de plusieurs types : plaque de plâtre, peinture, etc.

Il est possible d'obtenir une classe B – s2 – d0 avec un vernis (vernis intumescent en phase aqueuse) ou une imprégnation (imprégnation en autoclave vide-pression).

- Exigences de réaction au feu des matériaux utilisés suivant AR pour les locaux « à risque ».

| | | Bâtiments bas (BB) | Bâtiments moyens (BM) | Bâtiments élevés (BE) |
|---|---|---|---|---|
| Locaux techniques, parkings, salles des machines et gaines techniques | Parois verticales | A2 s3 d2 | A2 s3 d2 | A2 s3 d2 |
| | Plafonds et faux-plafonds | A2 s3 d00** | A2 s3 d00** | A2 s3 d00** |
| | Sols | $A2_{FL}$ s2 | $A2_{FL}$ s2 | $A2_{FL}$ s2 |
| | Isolation thermique des conduites* | C s3 d2*** | C s3 d2*** | C s3 d2*** |
| Cages d'ascenseurs | Parois verticales | E d2 | C s2 d2 | C S2 d2 |
| | Plafonds | E d2 | C s2 d2 | C S2 d2 |
| | Sols | $E_{FL}$ | $C_{FL}$ S2 | $C_{FL}$ S2 |
| Cuisines | Parois verticales | A2 s3 d2 | A2 s3 d2 | A2 s3 d2 |
| | Plafonds | A2 s3 d0 | A2 s3 d0 | A2 s3 d0 |
| | Sols | $B_{FL}$ s2 | $B_{FL}$ s2 | $B_{FL}$ s2 |
| | Isolation thermique des conduites | C s3 d2*** | C s3 d2*** | C s3 d2*** |

* Sauf conduits d'air
** d2 dans locaux <= 30 $m^2$
*** pour conduits > 300 mm

- Exigences de réaction au feu des matériaux utilisés suivant AR pour les cages d'escalier et chemins d'évacuation.

| | Type 1 | Type 2 | | | | Type 3 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | BB | | BM | BE | BB | | BB | | BE |
| | | Hor | Vert | | | Hor | Vert | Hor | Vert | |
| Sans détection de type surveillance généralisée du bâtiment | | | | | | | | | | |
| Parois verticales | A2 s1 d1 | C s2 d2 | B s1 d2 | B s1 d2 | B s1 d2 | D s3 d2 | C s3 d2 | C s2 d2 | B s2 d2 | B s1 d2 |
| Plafonds et faux-plafonds | A2 s1 d0 | C s2 d0 | B s1 d0 | B s1 d0 | B s1 d0 | D s3 d0 | C s3 d0 | C s2 d0 | B s2 d0 | B s1 d0 |
| Sols | $A2_{FL}$ s1 | $C_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 | $D_{FL}$ s2 | $C_{FL}$ s2 | $C_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 |
| Avec détection de type surveillance généralisée du bâtiment | | | | | | | | | | |
| Parois verticales | B s1 d2 | D s2 d2 | C s1 d2 | C s1 d2 | B s1 d2 | D s3 d2 | D s3 d2 | C s2 d2 | C s2 d2 | B s1 d2 |
| Plafonds et faux-plafonds | B s1 d0 | D s2 d0 | C s1 d0 | C s1 d0 | B s1 d0 | D s3 d0 | D s3 d0 | C s2 d0 | C s2 d0 | B s1 d0 |
| Sols | $B_{FL}$ s1 | $D_{FL}$ s1 | $C_{FL}$ s1 | $C_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 | $D_{FL}$ s2 | $D_{FL}$ s2 | $C_{FL}$ s1 | $C_{FL}$ s1 | $B_{FL}$ s1 |

"Hor" : Chemins d'évacuation horizontaux à l'exception de ceux du niveau d'évacuation.
"Vert" : Chemins d'évacuation verticaux (c'est-à-dire cages d'escalier y compris les sas, les paliers et les escaliers) et la partie du chemin d'évacuation à partir des cages d'escalier jusqu'à l'extérieur du bâtiment.

## ACOUSTIQUE

La norme NBN S 01-400-1 « Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation » définit deux niveaux de qualité avec les exigences de performance qui y sont associées :

- Confort Acoustique Normal (NAC)
- Confort Acoustique Supérieur (VAC)

| DE (Local d'émission) | À (Local de réception) | | |
|---|---|---|---|
| À l'extérieur de l'habitation (1) | À l'intérieur de l'habitation | Confort acoustique normal (NAC) (2) | Confort acoustique supérieur (VAC) (2) |
| Tout type de local | Tout type de local, sauf un local technique ou un hall d'entrée | ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS :<br>• Appartements : DnT.w > 54 dB<br>• Habitations mitoyennes : DnT.w > 58 dB<br><br>NIVEAU DE BRUIT DE CHOC :<br>• L'nT.w < 54 dB (3) | ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS :<br>• Appartements : DnT.w > 58 dB<br>• Habitations mitoyennes : DnT.w > 62 dB<br><br>NIVEAU DE BRUIT DE CHOC :<br>• L'nT.w < 50 dB (3) |
| À l'intérieur de l'habitation | À l'intérieur de l'habitation | Confort acoustique normal (NAC) (2) | Confort acoustique supérieur (VAC) (2) |
| Chambre à coucher, cuisine, living et salle de bains (n'appartenant pas au local de réception) | Chambre à coucher, bureau | ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS :<br>• DnT.w > 35 dB<br><br>NIVEAU DE BRUITS DE CHOC :<br>• Aucune exigence | ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS :<br>• DnT.w > 43 dB<br><br>NIVEAU DE BRUITS DE CHOC :<br>• L'nT.w < 58 dB |

(1) Si le bâtiment adjacent n'est pas un logement, des exigences spécifiques s'appliquent en fonction de l'exposition possible au bruit dans les pièces adjacentes.
(2) Lors de l'évaluation de ces valeurs par rapport au bâtiment fini, on considère que des résultats inférieurs de 2 dB aux exigences prédéfinies sont tout de même acceptables. Cette marge est due aux incertitudes lors de la préparation des prévisions et à la précision limitée des techniques de mesure.
(3) Si le local de réception à l'intérieur de l'habitation n'est pas une chambre à coucher, ou si tant le local de réception à l'intérieur que le local d'émission à l'extérieur sont tous deux des chambres à coucher, les exigences d'isolation aux bruits de choc pour un niveau de confort acoustique normal peuvent être réduites de 4 dB jusqu'à L'nT.w < 58 dB

LTS Habitat & Urbanisme Molenbeek

Les structures légères telles que les constructions en bois ont la propriété de transmettre très facilement les basses fréquences et doivent dès lors faire l'objet d'une attention particulière dans le domaine de l'acoustique. Toutefois, des solutions maitrisées et testées existent.

Les qualités acoustiques d'une structure légère en bois peuvent être atteintes notamment par l'utilisation de profilés de fixation découplés, l'installation de bandes élastiques en caoutchouc, le dédoublement de la structure et l'utilisation de contrecloisons, de faux-plafonds et de planchers flottants (système boîte dans la boîte).

Projet Wooden à Leudelange au Luxembourg
Maîtres d'ouvrage : BPI Real Estate & IKO Real Estate / Entreprise générale : Wood Shapers & CLE

# LE GUIDE DE CONCEPTION WOOD SHAPERS

Tous les systèmes constructifs présentés sont des solutions préfabriquées avec montage à sec afin de diminuer les délais de construction ainsi que les impacts environnementaux et sonores des chantiers.

Pour les complexes présentés ci-après, nous nous sommes basés sur les charges suivantes pour le dimensionnement : surcharges permanentes de 250 kg/m$^2$ et charges d'exploitation de 280 kg/m$^2$.

**De nombreux systèmes de plancher en bois existent aujourd'hui, ayant chacun leurs avantages et leurs inconvénients.**

## SYSTÈMES DE PLANCHER

Il est donc important de choisir le bon système et le bon matériau qui répondront aux contraintes de votre projet.

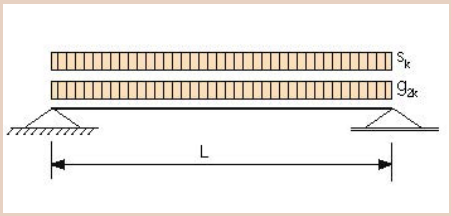
En fonction des portées et des encombrements nécessaires, plusieurs systèmes de plancher (100% bois ou mixte) sont possibles et décrits ci-après.

# PLANCHER EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ CLT

Exemples de dimensionnement :

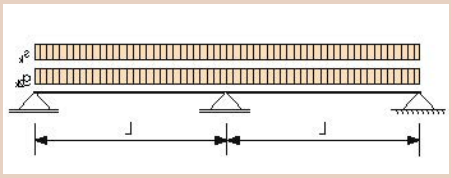
**ISOSTATIQUE :**

CLT 100-5s → max. 2,50 m de portée
CLT 120-5s → max 3,50 m de portée
CLT 160-5s → max 4,50 m de portée
CLT 180-5s → max 5,00 m de portée
CLT 200-5s → max 5,50 m de portée
CLT 220-7s → max 6,00 m de portée
CLT 240-7s → max 6,50 m de portée




**HYPERSTATIQUE :**

CLT 160-5s → max 5,75 m de portée (module de 1,15 m)
CLT 180-5s → max 6,25 m de portée
CLT 200-5s → max 6,75 m de portée
CLT 220-7s → max 7,50 m de portée
CLT 240-7s → max 8,20 m de portée



- Rapport quantité de matières (prix) au m² optimum
- Bonne base pour des solutions acoustiques
- Bonne base RF
- Bonne base pour un bois visible

# PLANCHER EN CLT NERVURÉ (RIBBED FLOOR)

## PLANCHER EN CLT NERVURÉ

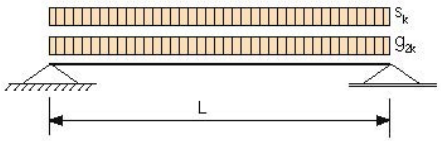
Pour des portées importantes (> 6 m), un plancher en panneau CLT massif n'est pas une solution optimale car l'épaisseur de bois devient très importante. Afin d'optimiser la matière, on peut conserver un panneau de CLT en fibre supérieure et ajouter des nervures en bois lamellé-collé (BLC).

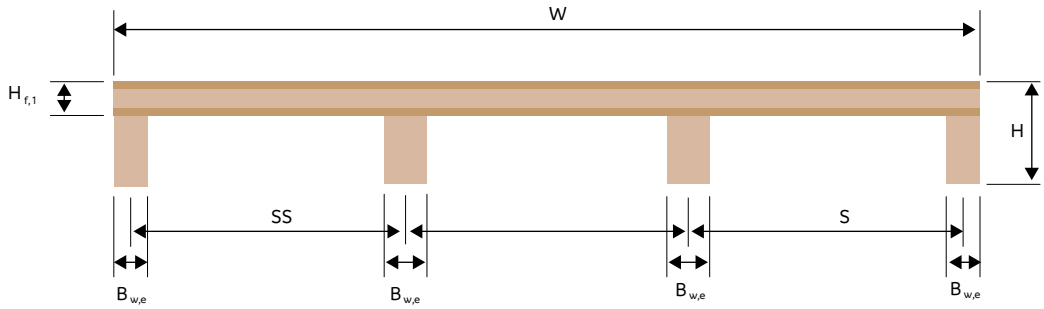
L'ensemble est solidarisé par collage ou vissage afin de former une section reconstituée en T développant ainsi un rapport inertie/poids nettement supérieur à une section pleine rectangulaire pouvant aller jusqu'à 13 m de portée.

Exemples de dimensionnement :

### ISOSTATIQUE :

CLT 100-5s – H300 → max 6,50 m de portée
CLT 120-5s – H320 → max 8,50 m de portée
CLT 140-5s – H460 → max 11,50 m de portée



**SOLUTION OPTIMALE**
**Plancher CLT nervuré**
**120-5S – H320**

- Quantité de matière réduite
- Passage de techniques possible
- Faux plafonds entre poutres
- Encombrement important (440mm)

Gare Maritime à Tour & Taxis - Extensa

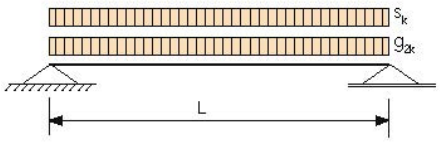
## PLANCHER EN CLT NERVURÉ INVERSÉ

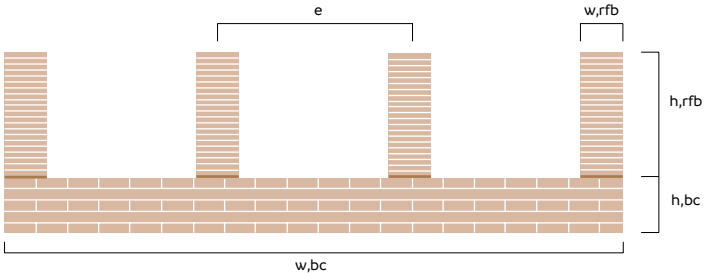
Le plancher CLT Nervuré peut aussi être inversé, dalles CLT en face inférieure et poutres BLC en partie supérieure.

Exemples de dimensionnement :

### ISOSTATIQUE :

CLT 100-5s – H300 → max 6,50 m de portée
CLT 120-5s – H320 → max 8,50 m de portée
CLT 140-5s – H460 → max 11,50 m de portée



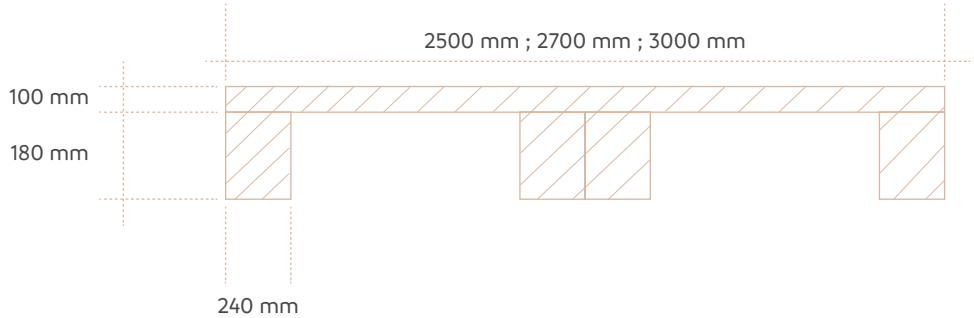
**SOLUTION OPTIMALE**
**Plancher CLT nervuré inversé 120-5S – H320**

- Quantité de matière réduite
- Passage de techniques possible
- Possibilité de mettre de la masse entre éléments pour l'acoustique
- CLT apparent
- Encombrement important (440 mm)

## PLANCHER MIXTE BOIS / BÉTON

### PLANCHER NERVURÉ BLC / BÉTON (PLANCHER CREE)

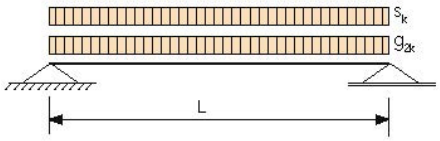
- Longueur / portée – 5,4 m à 10 m
- Largeurs – 2,5 – 2,7 – 3 m
- Hauteur – 360 mm à 500 mm



Exemples de dimensionnement :

## ISOSTATIQUE :

BLC 28 cm + Béton 8 cm → max. 5,4 m de portée
BLC 28 cm + Béton 10 cm → max. 7,4 m de portée
BLC 32 cm + Béton 10 cm → max. 8,1 m de portée
BLC 40 cm + Béton 10 cm → max. 9,4 m de portée




Système CREE complet décrit en page 34.

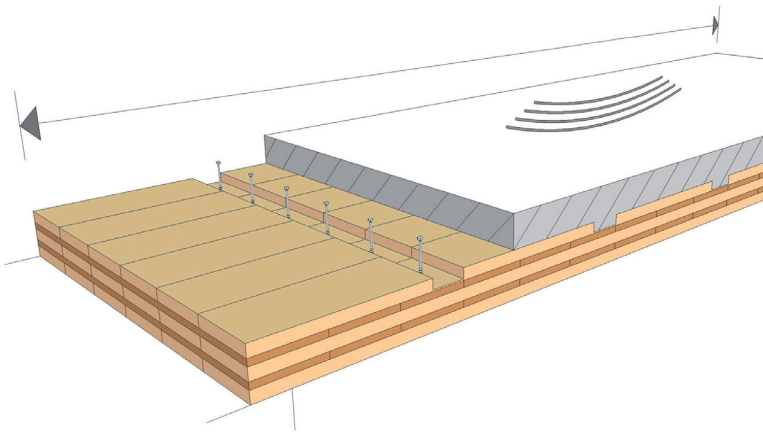
CREE Belgium

**SOLUTION OPTIMALE**
**Plancher BLC 28 cm – Béton 10 cm**

- Optimum quantité bois / béton
- Le béton peut être activé si on augmente l'épaisseur de celui-ci
- Apporte de la masse thermique contre la surchauffe des bâtiments
- Poutres et dalles peuvent rester apparentes
- Bonne base acoustique

## FLAT SLAB PANEL

Il s'agit de faire collaborer au plancher CLT une dalle de béton qui lui est fixée rigidement au moyen de connecteurs (rainures, plaques collées, vis, etc.). Le gain de raideur est à la fois longitudinal et transversal, ce qui permet une dissipation des vibrations dans le sens perpendiculaire au sens de portée.



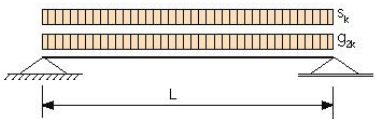
Les planchers collaborants bois-béton, ont un bon comportement vibratoire, en particulier pour les planchers de grande portée.

Les propriétés statiques favorables permettent de franchir de grandes portées, sans augmentation importante du poids propre de la dalle, en maintenant une rigidité élevée.
Le poids supplémentaire apporté par la dalle en béton améliore les propriétés acoustiques du plancher. Ceci permet de réduire l'alourdissement des dalles normalement nécessaires.
La résistance au feu du plancher est également améliorée, en raison de la dalle en béton comme matériau non combustible, en particulier pour l'étanchéité au gaz et à l'eau d'extinction garantie pendant une plus longue période.

Exemples de dimensionnement :

### ISOSTATIQUE :

CLT 140-5s + 80 mm de béton → max 6,00 m de portée
CLT 160-5s + 80 mm de béton → max 7,50 m de portée
CLT 180-5s + 100 mm de béton → max 8,50 m de portée



XC Deck MMK

## SOLUTION OPTIMALE
## Plancher CLT 140-5S + béton 80 mm

- Solution acoustique permettant des épaisseurs de plancher moindres
- CLT apparent possible
- Solution coûteuse

# CAISSONS PRÉFABRIQUÉS

Ces produits dérivés du bois ont été étudiés pour optimiser la quantité de matière et ainsi réduire le poids mort de la structure à son minimum. La forme en caisson demande néanmoins une hauteur structurelle importante qui ne peut pas être utilisée pour le passage des techniques.

## LIGNOTREND - LIGNATURE

Exemples de dimensionnement :

### LIGNOTREND :

- Largeurs – 625 mm
- Longueur – max 18 m
- Hauteur – de 90 à 395 mm
- Portée – standard – 5 m - max 8 m
- REI 30 - 60

### LIGNATURE :

- Largeurs – 1000 mm
- Longueur – max 16 m
- Hauteur – de 120 à 320 mm
- Portée – de 3,5 à 8 m
- REI30 – 60 – 90

Lignature

### ISOSTATIQUE :

H-200 → max 5,50 m de portée
H-240 → max 6,30 m de portée
H-320 → max 8,00 m de portée

**SOLUTION OPTIMALE**
**Lignotrend - Portée de 6,5 m**

- Solution esthétique et acoustique intéressante
- Solution coûteuse

## KERTO RIPA

Les caissons Kerto Ripa sont des caissons en LVL. Assemblés par collage contrôlé entre des nervures en Kerto-S (LVL à plis parallèles) et des panneaux Kerto-Q (LVL à 20% de plis croisés), ces caissons peuvent être en « T » c'est-à-dire ouverts avec un panneau au-dessus des nervures ou en « H » c'est-à-dire fermés avec un panneau au-dessus et un panneau en dessous des nervures.

Il est possible d'intégrer de l'isolation lors de la fabrication des caissons et d'ajouter différentes finitions ou revêtements.

- Largeurs – 1,8  2,4 et 2.5m
- Longueur – max 25 m
- Portée maximum – 20 m
- REI 30 - 60 - 90

Exemples de dimensionnement :

H-200 → max 6,50 m de portée
H-240 → max 7,50 m de portée
H-320 → max 8,50 m de portée

**SOLUTION OPTIMALE**
**Kerto Ripa - Portée de 7,5 m**

- Optimisation de la quantité de bois
- Utile pour des grandes portées avec bois non visible

Kerto-Ripa MetsaWood

## TOITURE KIELSTEG

Le Kielsteg est constitué d'une couche supérieure et d'une couche inférieure en bois massif abouté entre lesquelles sont insérés des éléments en V composés d'OSB ou de contre-plaqué. Un élément de construction en bois Kielsteg peut facilement franchir une portée de 27 mètres en toiture.

- Largeur – 1200 mm
- Longueur – de 5 à 35 m
- Hauteur – 280 à 800 mm
- Portée maximum – 27 m
- REI 30 - 60

Exemples de dimensionnement :

H-450 mm → max 12,00 m de portée
H-800 mm → max 21,00 m de portée

LTS UCB Braine

- Grandes portées en toiture
- Pas besoin de structures intermédiaires pour des grandes portées
- Hauteur très importante

## SYSTÈME POTEAUX-POUTRES & SYSTÈME CREE

Pour certains projets, il peut être plus judicieux d'ajouter des poutres plutôt que d'épaissir le plancher (moins de matière, plus économique). Les poutres pourront être envisagées en bois lamellé-collé, en acier ou en béton. La mixité structurelle permet d'utiliser au mieux les propriétés de chaque matériau et sera donc à étudier.

Le système poteaux-poutres permet de réaliser des constructions de moyennes ou grandes hauteurs. Ce système permet aussi une plus grande modularité des espaces.

## SYSTÈME POTEAUX-POUTRES EN BOIS

Les systèmes poteaux-poutres en bois peuvent être réalisés avec différents types de bois comme le CLT, le BLC, le LVL…. Un dimensionnement spécifique devra être réalisé pour chaque projet.

## SYSTÈME POTEAUX-POUTRES MIXTES

En fonction des contraintes esthétiques, d'encombrement et de portées, des solutions mixtes peuvent être trouvées alliant le bois, le métal et le béton.

LTS Mock-up Wooden Leudelange

# SYSTÈME CREE

Le système CREE est un système de construction qui optimise l'utilisation du bois et du béton.

Le système CREE se présente par l'assemblage d'un élément vertical et d'un élément horizontal.

- L'élément vertical est composé de colonnes en bois BLC intégrées aux façades en ossature bois ;
- L'élément horizontal est composé de poutres en bois BLC et de dalles en béton préfabriquées.

Ce système est basé sur une méthodologie lean* qui permet d'optimiser l'utilisation de matières et d'accélérer le planning d'exécution.

Wood Shapers est détenteur de la licence exclusive de ce matériau composite bois/béton/acier pour la Belgique.

CREE IZM Mountafort

*La philosophie du Lean, c'est la recherche de la performance (en termes de productivité, de qualité, de délais et de coûts) grâce à l'amélioration continue et à l'élimination des gaspillages, dans le but de satisfaire le client.

# SYSTÈME DE FAÇADES

## PANNEAUX EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ (CLT)

LTS Mont-sur-Marchienne

Le CLT en façade est un élément structurel portant. Celui-ci sert de support à différents types d'isolants et de finitions aux choix de l'architecte.

Ce système de façades est avantageux pour des façades fermées ou composées d'allèges importantes.
Il permet un montage rapide de la façade étant donné que l'on peut poser des panneaux allant jusque 15m*3.5m.

Exemples de dimensionnement :

CLT 120 à CLT 150 suivant la descente de charges

LTS Ki-étude Namur

ENCOMBREMENT :

Consommateurs de plus de volume de bois, donc plus cher, les murs extérieurs en CLT présentent également l'inconvénient d'un encombrement plus important que l'ossature bois (voir page suivante). En effet, comme la construction traditionnelle, l'épaisseur du mur CLT vient s'ajouter à l'épaisseur de l'isolant alors que pour l'ossature bois, l'isolant est compris dans l'épaisseur de la structure bois.

## OSSATURE BOIS

Dans le cas où les façades du projet présentent de nombreuses ouvertures, une solution en panneaux pleins en CLT génère beaucoup de pertes de matières. C'est pourquoi, une solution en ossature bois peut parfois être plus adaptée.
Utilisation en façade portante avec colonnes intégrées ou non portantes.
De manière générale, on peut poser des éléments allant jusque 12m*3.5m
Les châssis isolants, l'étanchéité et les colonnes (exemple CREE) dans certaines configurations peuvent être intégrés à l'ossature bois en usine permettant un montage rapide sur chantier et l'obtention d'un bâtiment fermé dès la pose de la façade.

Exemple de dimensionnement :

### SECTION COURANTE

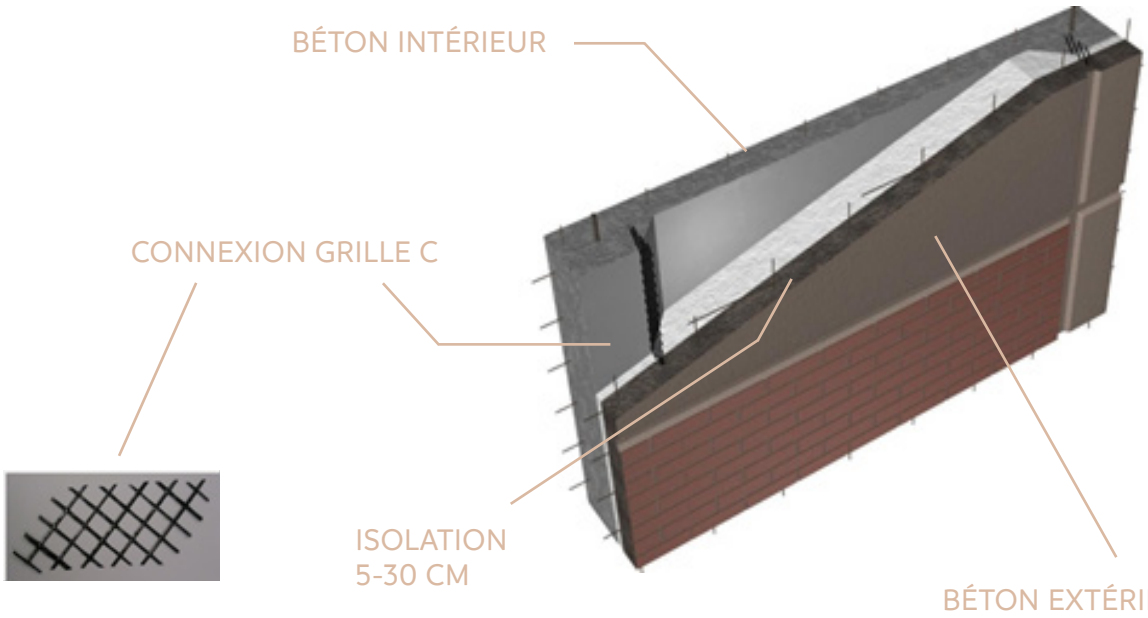
45x235h mm @400 à 600 mm + 1 plaque OSB 18 mm int. + panneau pare-pluie ext.

C'est l'épaisseur de l'isolant (déterminé par l'étude PEB) qui est dimensionnant dans une ossature bois et non les reprises au vent ou les portées. La hauteur des montants sera à déterminer en fonction de l'épaisseur de l'isolant.

Projet Wooden à Leudelange au Luxembourg
Maîtres d'ouvrage : BPI Real Estate & IKO Real Estate / Entreprise générale : Wood Shapers & CLE

## PANNEAUX SANDWICH EN BÉTON ARCHITECTONIQUE

Les panneaux sandwich sont des éléments stratifiés. Ils se composent d'un matériau central, ayant de bonnes propriétés isolantes, et recouvert de part et d'autre d'un panneau en béton. La couche extérieure (façade) peut être réalisée en béton décoratif industriel gris lisse, ou en béton architectonique, suivant la couleur, la forme et la texture souhaitée.



## SYSTÈMES PORTEURS INTÉRIEURS

Les voiles porteurs intérieurs ont pour fonction d'assurer la descente de charges verticales ainsi que la stabilité horizontale du bâtiment. Tous les éléments verticaux, tels que les cloisons de séparation, les cages d'escaliers et d'ascenseurs, peuvent être réalisés en structure bois. La superposition des voiles d'un étage à un autre est essentielle pour pouvoir redescendre les charges de manière simple et rationnelle jusqu'aux fondations. Les voiles porteurs peuvent être disposés parallèlement ou perpendiculairement aux façades. Le choix sera fait en fonction de la trame choisie et des critères architecturaux.

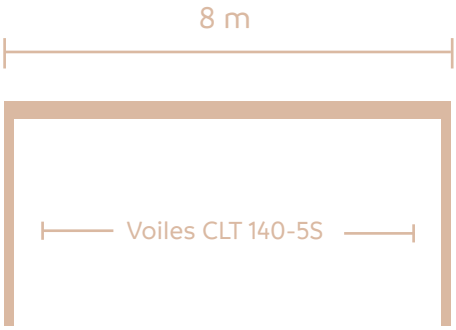
### VOILE EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ - CLT

Les voiles en CLT peuvent être utilisés pour la réalisation de murs porteurs ainsi que de murs secondaires et ont l'avantage de pouvoir rester apparants.

Pour obtenir les performances acoustiques désirées, les murs en CLT peuvent être doublés ou recouverts d'un autre matériau.

LTS H&U Molenbeek

Exemples de dimensionnement :




### MURS PORTEURS EXTÉRIEURS

Voile CLT 120-5s → Reprise de 5 m de plancher
Voile CLT 140-5s → Reprise de 8 m de plancher

### MURS ENTRE APPARTEMENTS

Voile 2 CLT 100-5s + 5 cm isolant acoustique → Reprise de 5 m de plancher
Voile 1 CLT 120-5s + contre cloison gyproc 75 mm → Reprise de 5 m de plancher

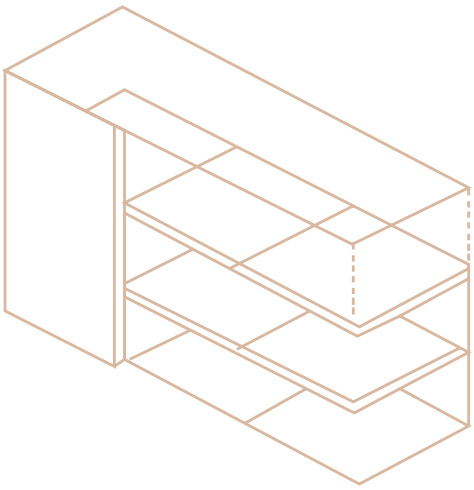
## VOILE EN BÉTON PRÉFABRIQUÉ

Réaliser les noyaux (cages d'escalier et ascenseurs) ainsi que les chemins d'évacuation en panneaux préfabriqués est une solution optimale au niveau des exigences RF, du contreventement et des contraintes d'épaisseur des murs.

De plus, la réalisation de noyaux en béton permet d'apporter de la masse au bâtiment pour l'inertie thermique de celui-ci.

Afin d'optimiser le planning ainsi que les déchets et le charroi sur chantier, nous proposons des systèmes d'assemblage exclusivement secs et des éléments  béton préfabriqués pleins pour les structures hors-sol.

# CONTREVENTEMENT



La stabilité est un principe de conception clé dans la conception structurelle de tout bâtiment et il existe de nombreuses méthodes différentes pour atteindre la stabilité. Vous trouverez ci-dessous un ensemble de lignes directrices pour le contreventement de bâtiments en bois.

## CONTREVENTEMENT EN VOILES DE CISAILLEMENT CLT - LVL IMMEUBLE BAS

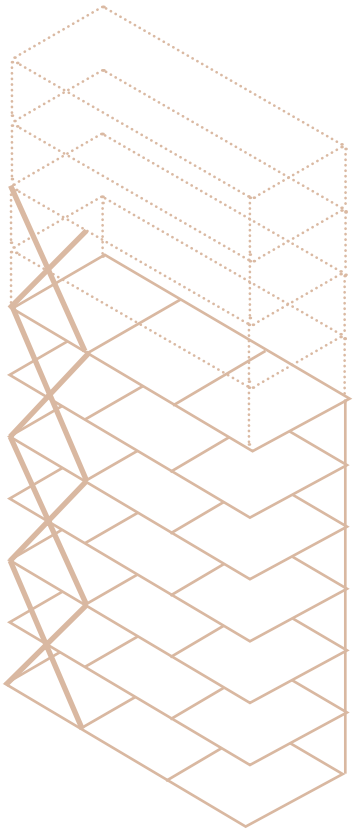
Pour des bâtiments bas (inférieur à 5 étages), le contreventement peut être réalisé au moyen de murs en CLT ou LVL. Ces murs peuvent être placés en façade ou dans le noyau central. Le placement de murs de cisaillement en CLT/LVL dans le noyau central ou en façade permet d'avoir un étage ouvert flexible idéal pour des bureaux.

Afin d'optimiser l'utilisation des matériaux, le transport et les capacités de cisaillement du CLT/LVL , il est préférable d'utiliser des murs de cisaillement en CLT/LVL pour des murs de 3 m de hauteur maximum et sur de grandes longueurs pouvant aller jusqu'à 12 m.

Ce type de contreventement permet de construire des bâtiments de 5 étages.

Gare Maritime à Tour & Taxis à Bruxelles - Extensa

## CONTREVENTEMENT DE FAÇADE IMMEUBLES MOYENS

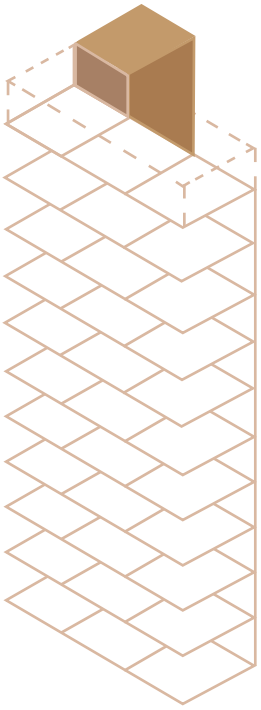


Il est possible de contreventer les bâtiments moyens jusqu'à 9 étages par des baies en bois contreventées en bois lamellé-collé ou en LVL. Ce système offre un système de stabilité plus souple par rapport aux murs de cisaillement et leur mise en œuvre peut offrir une solution qui fait partie intégrante de la façade de l'immeuble.

En général, une charpente en bois contreventée peut être utilisée pour des bâtiments de 9 étages maximum.

Mock up du projet Wooden

## CONTREVENTEMENT PAR NOYAU BÉTON IMMEUBLES HAUTS



Pour les bâtiments plus hauts, au-delà des capacités des seuls murs en CLT et des baies en bois contreventées, des noyaux en béton peuvent être utilisés. Ceux-ci permettent d'utiliser la construction en bois pour un plus grand nombre d'étages sans compromettre le système de stabilité.

Les forces horizontales peuvent être transférées au noyau par le biais des forces de diaphragme dans les connexions des planchers.

Brock Commons TallWood House Vancouver

Projet Wooden à Leudelange au Luxembourg
Maîtres d'ouvrage : BPI Real Estate & IKO Real Estate / Entreprise générale : Wood Shapers & CLE

# WHAT NEXT

Toujours à la recherche de techniques de construction innovantes, de nouveaux systèmes alliant le bois et le béton sont actuellement en cours de développement.

Profitant des installations industrielles de LTS (Lamcol), nous disposons de notre propre 'Hub d'innovation' permettant de concrétiser de nouveaux concepts à taille réelle, comme par exemple le développement d'une façade en béton préfabriqué fixée sur une ossature bois en usine. Cela permettrait la pose d'une façade finie sur chantier lors du montage de la structure bois du bâtiment.

Si vous avez d'autres idées et que vous souhaitez les concrétiser avec un partenaire expérimenté, n'hésitez pas à nous contacter !

SUSTAINABLE

WS

REAL ESTATE

Ce guide de Conception Bois a été rédigé par l'équipe de Wood Shapers, en partenariat avec LTS, dans le but de partager ses techniques et connaissances en matière de bois.


Rédaction et suivi de coordination

Katrien Vanormelingen
Philippe Courtoy
Luc Claeys
Simon Cols
Arnaud Regout
Sarah Enström

Collaboration

Gatien Pirard
Dominique Maquet
Clémence Minet
John Vigneron