

Construire en CLT

Caractéristiques, dimensionnement
et mise en oeuvre

Bastien Bouteloup
Renaud Blondeau-Pâtissier

EDITIONS
LE MONITEUR

1.8.1 **Qualité non visible**

Pour la qualité non visible, la qualité de surface, moins exigeante que celle pour les deux suivantes, laisse certains défauts apparents. Elle est utilisée pour les couches intérieures, ou bien pour les couches de surface recouvertes d'une finition ou d'un revêtement ultérieur. Elle peut présenter des teintes très variables et des nœuds sautés ou inesthétiques.

1.8.2 **Qualité visible industrie**

Pour la qualité visible industrie, la surface ne doit pas présenter de surépaisseur, et si la présence de nœuds reste tolérée, les joints doivent être minces et le bois non bleuté. L'utilisation de cette qualité sur les faces supérieures apparentes relève d'une utilisation plutôt industrielle, où le CLT restera visible mais les défauts visuels plus tolérés.

1.8.3 **Qualité visible supérieure**

Pour la qualité visible supérieure, la surface est de très haute qualité pour permettre une utilisation en tant que surface de finition sur l'ensemble des projets.

1.8.4 **Critères de qualité**

Les critères de qualité retenus pour un panneau en CLT couvrent un large spectre, de l'épaisseur des joints à la finition des coupes en passant par la présence de nœuds (tab. 1.3).

1.9 **Usinage et finitions**

Les systèmes constructifs en CLT autorisant un haut niveau de préfabrication en usine, les panneaux peuvent être mis en forme en amont du chantier et en fonction des directives du maître d'œuvre.

1.9.1 **Usinage**

Le CLT conservant ses propriétés mécaniques principales après transformation, bien qu'il faille tenir compte en phase conception des possibles fragilisations statiques, la préfabrication en usine permet d'envisager toutes sortes d'interventions et usinages complexes sur les panneaux tels que les :

- évidements pour pannes, chevrons et entrails ;
- gorges et saignées de réservation (fig. 1.14) ;
- feuillures et renforcements ;
- forages ;
- joints de plafonds.

Tab. 1.3. Critères de qualité d'un panneau en CLT

Élément de qualité	Type de qualité		
	<i>non visible</i>	<i>visible industrie</i>	<i>visible habitat</i>
Défauts tolérés	<ul style="list-style-type: none"> – Nœuds – Bleuissement – Joints ouverts possibles – Discoloration – Gerces – Flaches (bois manquant dans l'arête d'une pièce sciée) – Attaques d'insectes 	<ul style="list-style-type: none"> – Nœuds sains – Joints de colle poncés – Joints ouverts de faibles dimensions – Décoloration mineure – Gerces 	<ul style="list-style-type: none"> – Nœuds sains – Joints ouverts < 1 mm et isolés
Finition de la surface	Rabotée ou poncée	Poncée	
Couleur et texture	Sans exigence	Bien assortis	Uniformes
Mélange d'essence	Autorisé	Non autorisé	
Humidité	Maximum 15 %		Maximum 11 %
Utilisation(s) typique(s)	Surface non visible	<ul style="list-style-type: none"> – Surface visible pour des utilisations distantes ou industrielles – À l'appréciation du concepteur sur la base d'un cahier des charges 	<ul style="list-style-type: none"> – Surfaces visibles pour tout type d'utilisation – Qualité menuiserie

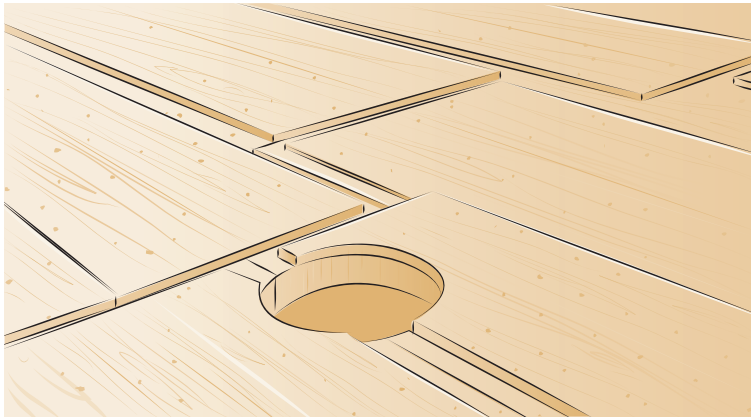


Fig. 1.14. Saignées de réservation et trou de forage dans un panneau

Les panneaux peuvent également supporter le percement de l'ensemble des portes, fenêtres, trémies, ainsi que la découpe de pentes ou de réservations pour l'assemblage entre éléments non orthogonaux.

Le point de levage, évidemment du panneau pour permettre sa manipulation, n'est pas défini préalablement. Il dépend des habitudes de chaque constructeur ainsi que des contraintes du chantier. Son diamètre et sa position sont ainsi réglés en fonction de ces paramètres.

1.9.2 Finitions des surfaces

Les panneaux en CLT présentent trois niveaux de qualités de surface (voir 1.8), mais ils peuvent également être proposés avec différents types de finitions, parmi lesquels :

- un placage en bois de finition (hêtre, chêne, bambou) sur le pli supérieur ;
- un placage en lamibois (LVL) pour leur donner un aspect uniforme ;
- un traitement classique du bois contre les insectes et/ou le feu ;
- un traitement du bois par lasure, peinture ou vernis ;
- un brossage du bois pour lui conférer un aspect plus rustique.

En fonction de l'utilisation souhaitée, d'autres finitions sont envisageables, comme l'ajout de plaques de plâtre, de panneaux de médium ou de vernis polyuréthanes spéciaux.

1.9.3 Finitions complètes des panneaux

L'industrialisation de la production permet de proposer des finitions extérieures, en particulier des isolants et revêtements de façade (bardage, enduit, etc.), ainsi que la pose des menuiseries (fig. 1.15). Ces dispositions ne dépendent pas seulement des fabricants, mais aussi de la capacité des entreprises de charpentes à manutentionner des panneaux de grands formats.

La finition complète des panneaux en atelier est à étudier au cas par cas en fonction des contraintes d'un projet. En effet, les panneaux finis avant montage sont plus difficiles à manipuler, mais ils sont parfois une réponse pour des chantiers contraints par exemple par le manque de place disponible ou des cadences élevées.

1.10 Propriétés physiques des panneaux collés

1.10.1 Humidité et stabilité dimensionnelle

Les caractéristiques physiques du bois de construction présentent de nombreux intérêts dans la construction, notamment en matière de conductivité thermique et de comportement au feu. En revanche, le principal défaut du bois concerne son gonflement et/ou son retrait en fonction de l'humidité relative de l'air, et tout particulièrement dans la direction transversale à la fibre.

Plus précisément, pour une variation d'humidité à l'équilibre de 1 %, le bois de construction peut subir une variation dimensionnelle allant jusqu'à 0,25 %. Si cette valeur est valable

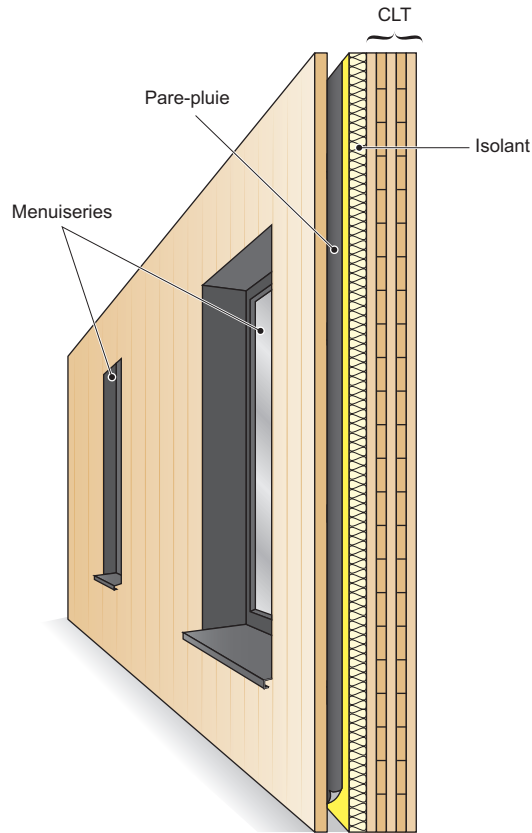


Fig. 1.15. Finitions d'un panneau effectuées avant sa pose

hors plan pour le CLT (dans l'épaisseur), le collage en plis croisés permet de ramener cette variation dans le plan du panneau à 0,03 % et donc dans des proportions correspondant aux tolérances acceptées dans le domaine de la construction.

Les variations dimensionnelles en fonction de l'humidité correspondent à un état d'équilibre du matériau. Il s'agit donc principalement de variations saisonnières (fig. 1.16) et non de variations d'humidité liées à l'usage. Sur la hauteur d'un étage de construction en panneaux CLT, la variation dimensionnelle saisonnière est de l'ordre du millimètre.

1.10.2 Conductivité thermique λ

La conductivité très faible du bois lui confère un caractère isolant naturel. Elle varie entre 0,11 et 0,13 W.m.K⁻¹ selon les essences et leur masse volumique.

Par rapport aux structures en béton ($\lambda_{\text{béton}} \approx 15 \lambda_{\text{bois}}$) ou en acier ($\lambda_{\text{acier}} \approx 400 \lambda_{\text{bois}}$), le complexe d'isolant à mettre en œuvre est ainsi moins épais.

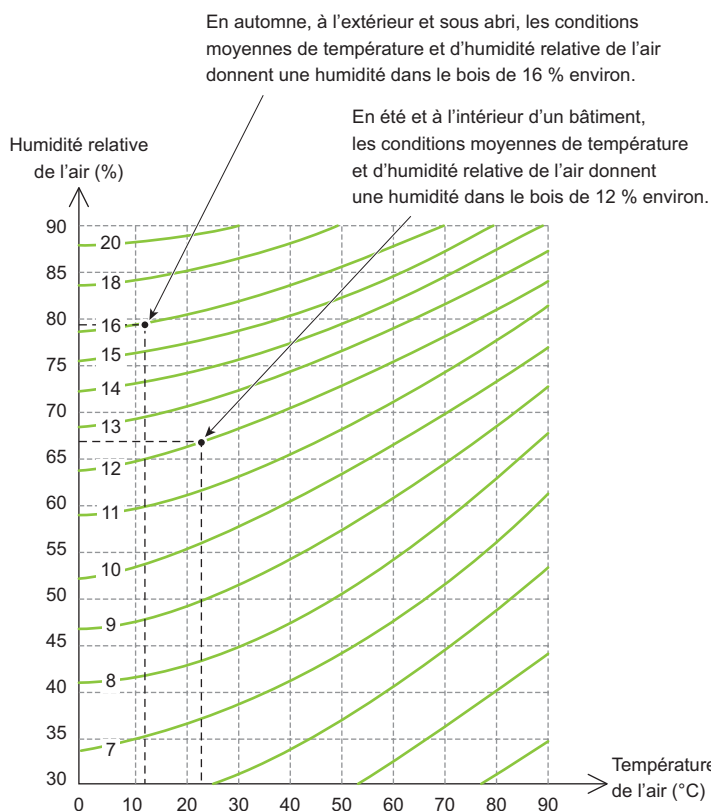


Fig. 1.16. Humidité du bois en fonction de l'humidité et de la température de l'air

1.10.3 Comportement au feu

Le bois, en tant que matière carbonée, n'est pas incombustible. Pour autant, son comportement au feu est bon : pas de dégagement de gaz toxiques, combustion lente, création d'une couche carbonisée protectrice (fig. 1.17) et conservation des propriétés mécaniques même à haute température. Mais surtout, le comportement du bois au feu est parfaitement connu et donc prévisible.

De plus, en raison de la nature même d'une structure en CLT, avec ses éléments surfaciques continus, la propagation du feu est unidirectionnelle et autorise le compartimentage d'un volume pièce par pièce. La lenteur de la combustion couplée à la présence d'eau dans le bois assure une température inférieure à 100 °C à l'intérieur des murs et de l'ordre de 40 °C sur la face non exposée aux flammes : la chaleur peut ainsi être contenue dans les pièces en feu.

Cette notion dite de « coupe-feu » (caractère REI de résistance au feu en classement européen) est prépondérante en sécurité incendie et fait du CLT un matériau adapté aux fortes contraintes incendie.

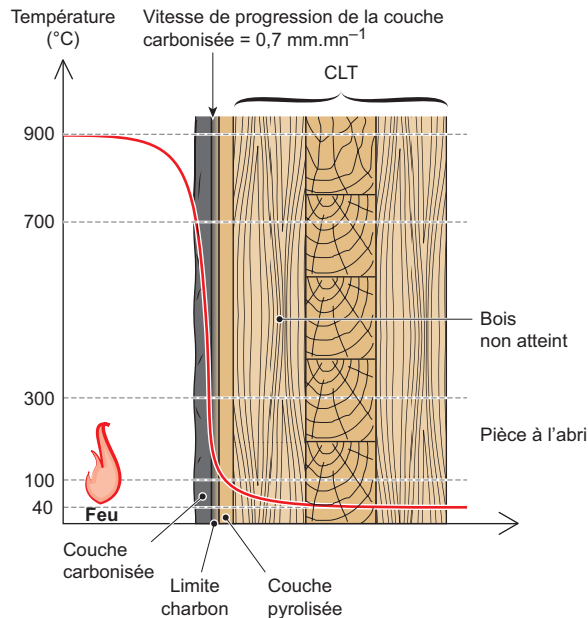


Fig. 1.17. Comportement au feu d'un panneau en CLT

1.10.4 Masse volumique

La masse volumique moyenne des panneaux prend en compte la constitution réelle de ceux-ci. Les panneaux étant composés de lames de classes de résistance différentes, leur masse volumique varie en général de 420 à 500 kg.m⁻³.

Pour les calculs de structures et pour la manipulation des panneaux (charges à transporter, capacités des grues, etc.), il est retenu une masse volumique de 500 kg.m⁻³.

La masse volume caractéristique ρ à retenir, par défaut, est celle d'un bois résineux de classe C24, qui est le matériau le plus utilisé pour la fabrication des panneaux, et qui vaut :

$$\rho = 350 \text{ kg.m}^{-3}$$

Elle est utilisée principalement pour le calcul des assemblages selon la norme NF EN 1995-1-1.

1.11 Performances mécaniques et usages-types

Matériau massif aux propriétés mécaniques cumulant les avantages du voile et les performances du bois, le CLT est mis en œuvre comme élément porteur pour les murs, les planchers et les toitures.

Le très bon ratio résistance/masse volumique du bois en fait un matériau particulièrement adapté à des portées moyennes (plancher de maison individuelle) à longues (charpente).

1.11.1 Panneau voile

Le panneau en CLT a la faculté de reprendre les charges sur deux axes, ce qui permet d'envisager des couvertures en débord, des volumes en saillie dans les coins ou des appuis ponctuels. Le voile peut ainsi faire transiter des charges verticales (fig. 1.18) directement par compression (mur appuyé) mais aussi en flexion (mur poutre permettant de franchir de grandes distances).

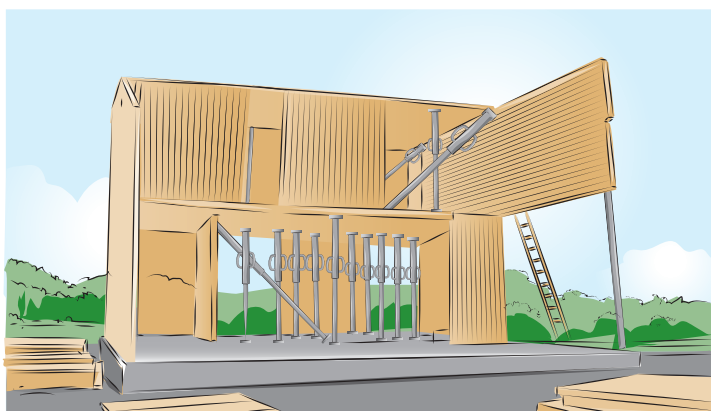


Fig. 1.18. Panneaux en CLT utilisés en murs appuyés et en murs poutres

1.11.2 Mur et refend

Utilisé en tant que mur ou refend (fig. 1.19), le CLT supporte les sollicitations verticales en compression ainsi que les efforts horizontaux en cisaillement et flexion au niveau des éléments de jonction. Cette reprise importante de charges confère au panneau la fonction de rigidification de la structure.

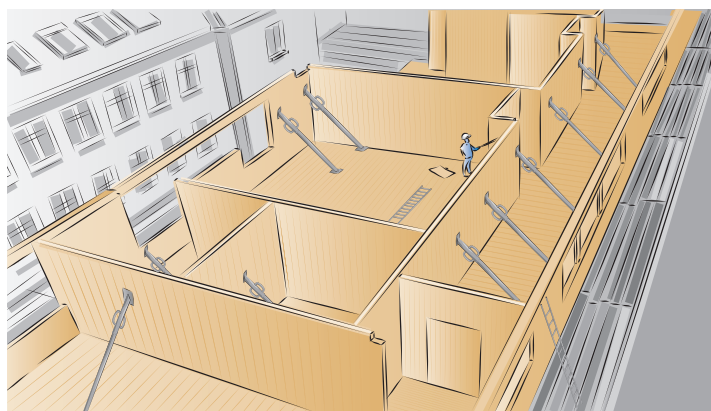


Fig. 1.19. Panneaux en CLT utilisés en murs ou refends

1.11.3 Plancher et toiture

Les panneaux utilisés horizontalement supportent les charges verticales de plancher ou de toiture, ainsi que les efforts horizontaux liés au vent sur la façade ou aux éventuelles secousses sismiques. Par ses dimensions importantes, le CLT permet de simplifier considérablement les systèmes de contreventement d'un bâtiment grâce notamment à la diminution du nombre d'éléments à assembler et de connecteurs (fig. 1.20), et de jouer le rôle de diaphragme rigide renvoyant les efforts horizontaux vers les points de stabilité (murs, noyaux, etc.).

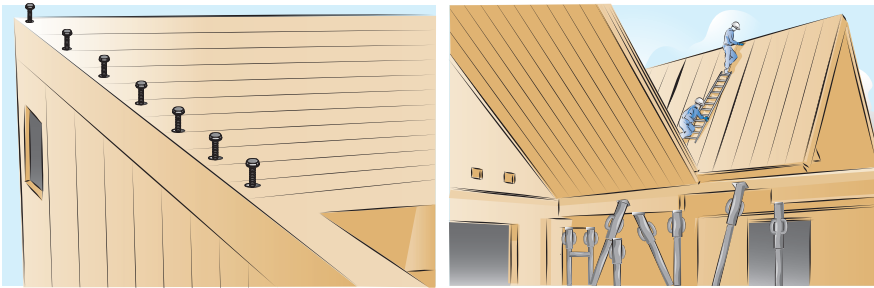


Fig. 1.20. Panneaux en CLT utilisés en plancher et en toiture

1.11.4 Poutre, linteau

Les pièces en CLT peuvent également être utilisées comme éléments porteurs reportant les efforts sur les murs extérieurs sur de longues portées (fig. 1.21).

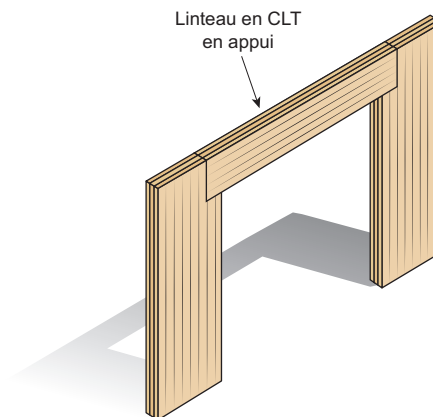


Fig. 1.21. Pièce en CLT utilisée en linteau

Grâce à l'utilisation du CLT pour les cages, ces dernières ont pu être montées dans le cycle du charpentier. De même, les interfaces entre matériaux et les temps de passage de grue ont pu être évitées, et l'entreprise Tradi Charpente a pu utiliser uniquement son matériau de prédilection, le bois.

6.2 Expérimentation coopérative et constructive en bois et en CLT

Programme

42 allée Allain Leprest, Ivry-sur-Seine (Val-de-Marne)

17 logements

3 ateliers

Espaces partagés, dont une salle commune

Carte d'identité

Année de livraison : 2021

Surface – 1 624 m²

Architecte – Atelier 15 à Ivry-sur-Seine, qui accompagne les maîtrises d'usage et d'ouvrage ; fonctionnement en société coopérative et participative (Scop)

Maître d'ouvrage – collectif de familles, organisé en une société civile coopérative de construction et de vente (S3CV) nommée Coop Bossettes

Charpentier et industriel bois – Construction Millet Bois et Sybois

Bureaux d'études structure bois – Étude Charpente et Structure Bois (ECSB)

Coût des travaux – 4,4 M€ HT

Volume de CLT – Environ 120 m³

Fournisseur de CLT – PiveteauBois

Description du projet par l'architecte

Propos recueillis auprès d'Alain Costes, architecte coopérateur associé chez Atelier 15

Genèse et contexte du projet

À Ivry-sur-Seine, un collectif de familles s'est réuni pour expérimenter une autre manière d'habiter et de produire la ville. Le projet de la Coop Bossettes, composé de 17 logements et de trois ateliers, est né de la rencontre entre une maîtrise d'ouvrage volontaire, organisée en société coopérative de construction et de vente, et une maîtrise d'œuvre engagée : l'Atelier 15 d'Ivry-sur-Seine. Ce rapprochement a été facilité par la loi pour l'accès au logement

et un urbanisme rénové (Alur) de 2014, qui encourage des modèles alternatifs de promotion immobilière.

Le contexte urbain et social d'Ivry-sur-Seine a joué un rôle essentiel dans l'émergence de cette initiative. La ville, historiquement engagée dans l'expérimentation architecturale, soutient les démarches visant à construire un tissu urbain plus durable et inclusif. Dans une région où la pression foncière est extrême, et où la spéculation sur le logement accentue les inégalités, l'autopromotion coopérative se présente comme une alternative crédible et solidaire.

Ainsi, ce projet s'inscrit à la croisée de trois dynamiques : la volonté d'habitants de se réapproprier leur habitat, la conviction d'architectes militants de proposer des solutions constructives innovantes, et l'appui d'une collectivité prête à encourager des modes de production du logement différents. La Coop Bossettes apparaît alors comme un prototype, démontrant qu'il est possible de bâtir hors des logiques spéculatives, tout en explorant de nouvelles voies constructives, notamment à travers l'usage du bois et du CLT.

Solutions techniques et parti pris architectural du projet

Le projet se distingue d'abord par sa mixité programmatique. En plus des 17 logements, il intègre trois ateliers et des espaces partagés, dont une salle ouverte sur la ville. Ce choix permet d'ancrer l'ensemble dans le tissu urbain, en créant des liens entre sphère privée et usages collectifs. Le rapport à la rue est pensé comme vivant : les ateliers en rez-de-chaussée offrent une porosité entre le bâtiment et la ville, sans résidentialisation sur la rue, tandis que l'adossage au terrain naturel non excavé respecte la topographie existante.

L'organisation spatiale repose sur un cœur d'îlot, véritable lieu de circulation et de vie commune. Les logements adoptent une logique de « maisons superposées » : on y accède directement depuis l'extérieur, par des paliers d'étage élargis, et chacun bénéficie d'un espace extérieur privatif, terrasse ou jardin (photo 6.3). Cette disposition favorise la convivialité et rappelle les qualités d'un habitat intermédiaire.

Architecturalement, le programme se singularise en deux bâtiments distincts. Le bâtiment Est se déploie en gradins depuis la rue, prolongeant le coteau sur lequel il s'implante, offrant des vues lointaines. Le bâtiment Ouest recherche plus l'ensoleillement et des espaces plus intimes. Les logements traversants profitent ainsi d'une double orientation et d'une grande qualité de lumière naturelle.



Photo 6.3. Façades et accès par l'extérieur des logements (photo : © Bruno Barjhoux)

Sur le plan constructif, la richesse des solutions bois témoigne d'un parti pris fort. La structure combine ossature bois avec isolation biosourcée, poteau-poutre et planchers caissons en LVL, tandis que les planchers intermédiaires des duplex et les murs de contreventement recourent au CLT (photo 6.4). La diversité de ces systèmes répond à une double exigence : technique et participative. Les futurs habitants, associés au processus de conception, ont contribué à orienter les choix, ce qui a généré une complexité constructive assumée.



Photo 6.4. Usage du CLT en murs de refends et planchers intermédiaires des duplex
(photo : © Claire Bordat)

La préfabrication a été poussée très loin (photo 6.5). Les éléments, produits en usine, intègrent pare-vapeur et pare-pluie rigides, ouate insufflée, triple vitrage bois, façades bois et briques déjà posées. Cette précision a permis une mise en œuvre rapide et une qualité d'exécution élevée. Fait notable, la préfabrication n'a pas été dissimulée : elle est affichée, assumée et même mise en valeur, comme en témoignent les bavettes de recouplement laissées apparentes.



Photo 6.5. Éléments préfabriqués posés et en attente de pose (photo : © Bruno Barjhoux)

La place du CLT

Explications recueillies auprès d'Alain Costes, architecte coopérateur associé chez Atelier 15

Usages du CLT

Le *Cross Laminated Timber* occupe une place spécifique dans ce projet. Utilisé en quantité mesurée, il est réservé à des usages ciblés mais déterminants.

D'abord, les planchers intermédiaires des duplex sont réalisés en CLT. Ce choix répond à un objectif architectural : obtenir des planchers très minces, d'environ 18 cm, permettant de maximiser la hauteur sous plafond et donc la qualité intérieure des logements. Autrement dit, en réduisant l'épaisseur structurelle, le CLT libère du volume intérieur.

Ensuite, les murs de contreventement sont également en CLT. Placés de manière stratégique, ils assurent la stabilité verticale de l'immeuble et participent à son équilibre structurel.

Enfin, l'usage du CLT a une valeur esthétique et symbolique. Dans un projet où l'engagement environnemental est affirmé, « voir le bois » devient un parti pris. Les parois et surfaces laissées apparentes valorisent la matérialité de la structure, tout en offrant aux habitants un cadre de vie chaleureux et qualitatif.

Table des matières

Sommaire	5
Introduction	7
CHAPITRE 1 Caractéristiques du matériau	9
1.1 Historique et enjeux	9
1.1.1 Premières utilisations après-guerre	9
1.1.2 Nouvel essor dans les années 1990	10
1.1.3 Enjeux	10
1.2 Ressources forestières	12
1.2.1 Besoins en matière	12
1.2.2 Ressource renouvelable	12
1.2.3 Gestion durable	13
1.2.4 Nécessité d'augmenter la durée de vie des produits bois	14
1.3 Processus de production	14
1.3.1 Deux étapes principales	14
1.3.2 Aboutage des lames et mise en panneaux	15
1.3.3 Pressage des panneaux	16
1.3.4 Usinage des panneaux	16
1.3.5 Colles	16
1.4 Production industrielle	17
1.5 Transport	18
1.5.1 Catégories	18
1.5.2 Exemples de chargements	19
1.5.3 Nouveaux modes de transports	19
1.6 Caractéristiques principales des bois utilisés	20
1.6.1 Panneau monobloc à base de lames	20
1.6.2 Humidité des bois	23
1.6.3 Durabilité et protection contre les risques xylophages	23

1.7	Formats et compositions du CLT	23
1.7.1	Formats.....	23
1.7.2	Essences à disposition	24
1.8	Qualité des surfaces	25
1.8.1	Qualité non visible	26
1.8.2	Qualité visible industrie.....	26
1.8.3	Qualité visible supérieure	26
1.8.4	Critères de qualité	26
1.9	Usinage et finitions.....	26
1.9.1	Usinage	26
1.9.2	Finitions des surfaces	28
1.9.3	Finitions complètes des panneaux	28
1.10	Propriétés physiques des panneaux collés.....	28
1.10.1	Humidité et stabilité dimensionnelle	28
1.10.2	Conductivité thermique λ	29
1.10.3	Comportement au feu	30
1.10.4	Masse volumique	31
1.11	Performances mécaniques et usages-types.....	31
1.11.1	Panneau voile.....	32
1.11.2	Mur et refend.....	32
1.11.3	Plancher et toiture	33
1.11.4	Poutre, linteau.....	33
1.11.5	Dimensionnement	34
1.12	Les variantes en CLT	34
1.12.1	CLT cloué.....	34
1.12.2	CLT ajouré.....	35
1.12.3	CLT nervuré.....	35
1.12.4	CLT caissonné	36
1.13	Certifications.....	36
1.13.1	Produit d'innovation sous agrément technique.....	36
1.13.2	Produit répondant aux standards de la construction.....	37

CHAPITRE 2	Propriétés physiques	39
2.1	Performance thermique	39
2.1.1	Réglementation thermique	39
2.1.2	Le bois, un matériau peu conducteur et structurellement isolant	39
2.1.3	Ponts thermiques	40
2.2	Flux de vapeur à travers la paroi	43
2.2.1	Humidité et construction	43
2.2.2	Flux de vapeur d'eau à travers les parois et pare-vapeur	44
2.3	Étanchéité à l'air	47
2.3.1	Comportement du CLT	47
2.3.2	Mise en œuvre	47
2.4	Qualité de l'air intérieur : confort et hygrométrie	48
2.4.1	Confort thermique	48
2.4.2	Inertie thermique et confort d'été	48
2.4.3	Hygrométrie	49
2.4.4	Émissivité des colles	49
2.5	Bois, santé et bien-être	50
2.5.1	Biophilie	50
2.5.2	Effets positifs sur la psychologie et la physiologie	50
2.5.3	Limitation du développement microbien	50
2.6	Isolation acoustique	50
2.6.1	Loi de masse	51
2.6.2	Complexes acoustiques	51
2.6.3	Transmissions latérales	53
2.7	Durabilité	54
2.7.1	Durée de vie	54
2.7.2	Mise en œuvre	54
2.7.3	Fin de vie	54
2.8	Performance carbone	55
2.8.1	La production de CLT, un processus faible en émissions	55
2.8.2	Un matériau à longue durée de vie, massivement stockeur	56
2.8.3	Analyse du cycle de vie et impacts à l'échelle du bâtiment	56

2.9	Enjeux et besoins de la grande hauteur	56
2.9.1	Usage en plancher	57
2.9.2	Usage en mur	57
CHAPITRE 3	Dimensionnement	59
3.1	Bases et méthodes de calcul	59
3.1.1	Un matériau bois orthotrope aux propriétés homogènes	59
3.1.2	Un large choix de compositions de panneaux	60
3.1.3	Fonctionnements structurels variés	62
3.1.4	Méthodes de dimensionnement	63
3.2	Vérification des structures en CLT	65
3.2.1	Contexte général	65
3.2.2	Les Eurocodes	66
3.2.3	Exemple de résistance du CLT	66
3.3	Résistance au feu	67
3.3.1	Combustion lente et prédictible du bois	67
3.3.2	Compartimentage facilité	68
3.4	Ingénierie de sécurité incendie	69
3.5	Sismique	69
3.5.1	Souplesse et légèreté des structures	69
3.5.2	Matériau testé et validé	70
3.5.3	Liaisons dissipatives	70
3.6	Assemblage et mise en œuvre	71
3.6.1	Simplicité des assemblages	71
3.6.2	Facilité de mise en œuvre	71
3.6.3	Filière sèche	72
3.6.4	Règles de base et détails d'assemblage	72
CHAPITRE 4	Détails de construction	75
4.1	Présentation	75
4.2	Murs	75
4.2.1	Socle et ancrage des murs	75
4.2.2	Assemblage de panneaux perpendiculaires	77
4.2.3	Assemblages de continuité	78

4.3 Planchers	79
4.3.1 Assemblages de continuité.....	79
4.3.2 Appuis de plancher.....	80
4.4 Nœuds de jonction	82
4.4.1 Jonction entre une dalle et un mur	82
4.4.2 Jonction entre une poutre et un mur	83
4.5 Toiture	85
4.5.1 Toiture avec coyaux.....	85
4.5.2 Toiture avec assemblage bord à bord sur le panneau mural	85
4.6 Complexe d'enveloppe	86
4.6.1 Mur extérieur	86
4.6.2 Isolation de toit	89
4.7 Complexe de murs intérieurs	90
4.7.1 Refend – cloison intérieur.....	91
4.7.2 Paroi de séparation	91
4.8 Complexe de planchers	94
4.8.1 Complexe supérieur d'un plancher.....	94
4.8.2 Complexe inférieur de plancher	94
4.9 Fenêtres	97
4.9.1 Pose en applique intérieure.....	97
4.9.2 Pose en tunnel.....	97
4.9.3 Pose en applique extérieure	98
4.10 Points singuliers	99
4.10.1 Balcon	99
4.10.2 Toit plat et acrotère	100
4.11 Installations électriques	100
4.11.1 Mise en place d'un revêtement plaqué.....	100
4.11.2 Saignée dans le plafond	102
4.11.3 Trou de forage	102
4.11.4 Ébrasement de la porte	103

4.12	Plomberie	104
4.12.1	Cheminement des canalisations	104
4.12.2	Risques de fuite	105
4.12.3	Systèmes automatiques d'extinction à eau.....	105
CHAPITRE 5	Mise en œuvre	107
5.1	Généralités et spécificités d'un « chantier CLT »	107
5.1.1	Simplicité et rapidité du chantier	107
5.1.2	Organisation type	108
5.1.3	Outillage manuel.....	108
5.2	Sécurité sur chantier	109
5.2.1	Équipement des panneaux en atelier	109
5.2.2	Transport et levage	109
5.2.3	Montage	109
5.3	Cinématique de chantier	110
5.3.1	Arrivée du camion.....	110
5.3.2	Accrochage des panneaux.....	110
5.3.3	Mise en place.....	110
5.4	Manutention et levage	112
5.4.1	Grues.....	112
5.4.2	Manutention simple.....	112
5.4.3	Systèmes d'accroche	113
5.5	Pose de panneaux pour les murs	116
5.5.1	Pose du premier panneau d'un mur.....	116
5.5.2	Pose d'un niveau de mur	116
5.6	Pose de panneaux pour les planchers	117
5.6.1	Assemblage sur les murs du niveau inférieur.....	117
5.6.2	Assemblage entre les panneaux de plancher	117
5.7	Pose du toit	118
5.7.1	Pose en panne	118
5.7.2	Pose en chevron	118
5.7.3	Pose à plat – Toiture-terrasse	119

5.8	Réalisation des assemblages	119
5.8.1	Cale d'acier	119
5.8.2	Étais tirant-poussant	120
5.8.3	Clameau de serrage	120
5.8.4	Treuil	120
5.9	Protection des ouvrages en phase de chantier	121
5.9.1	Protection contre l'humidité	121
5.9.2	Protection contre les ultraviolets	122
5.10	Risques incendie en phase chantier	122
5.10.1	Éviter l'incendie	122
5.10.2	Détecter rapidement	122
5.10.3	Faciliter l'intervention des secours	123
5.10.4	Éviter un développement trop rapide	123
5.11	Second œuvre et finitions	123
5.11.1	Filière sèche et intervention du second œuvre	123
5.11.2	Précaution concernant l'humidité des panneaux	123
5.11.3	Précaution de stockage	123
5.11.4	Finitions	123
5.12	Plan de fabrication	124
5.12.1	Dimension des panneaux	124
5.12.2	Calepinage des pièces de construction	124
5.13	Interface avec les autres matériaux	125
5.13.1	Panneaux en CLT et structure métallique	125
5.13.2	Panneaux en CLT sur des murs en béton et en parpaings	125
5.13.3	Cage d'escalier en béton	126
5.14	Degré de préfabrication	127
5.14.1	Construction en panneaux	127
5.14.2	Construction en modules	129
CHAPITRE 6	Exemples de réalisations	131
6.1	Bâtiment résidentiel précurseur	131
	Programme	131

	Carte d'identité	131
	Description du projet par l'architecte	131
	La place du CLT	134
6.2	Expérimentation coopérative et constructive en bois et en CLT	135
	Programme	135
	Carte d'identité	135
	Description du projet par l'architecte	135
	La place du CLT	138
	Conclusion.....	139
6.3	Tour de 50 m	140
	Programme	140
	Carte d'identité	140
	Description du projet par l'architecte	140
	La place du CLT	142
6.4	Anciens bains-douches transformés en logements	143
	Programme	143
	Carte d'identité	144
	Description du projet.....	144
	La place du CLT	146
6.5	Résidence étudiante préfabriquée	148
	Programme	148
	Carte d'identité	148
	Description du projet par l'architecte	148
	La place du CLT	150
6.6	École maternelle	151
	Programme	151
	Carte d'identité	151
	Description du projet par l'architecte	152
	La place du CLT	154
6.7	Théâtre flottant l'Île Ô	156
	Programme	156
	Carte d'identité	156

Description du projet.....	156
La place du CLT	158
Conclusion.....	160
6.8 La maison de l'Office national des forêts (ONF), une vitrine pour le bois français	160
Programme	160
Carte d'identité	161
Description du projet par l'architecte	161
La place du CLT	163
6.9 Programmation mixte aux multiples solutions bois	164
Programme	164
Carte d'identité	164
Description du projet.....	165
La place du CLT	167
6.10 Bureaux bois en surélévation d'une dalle de parking	167
Programme	167
Carte d'identité	167
Description du projet par l'architecte	168
La place du CLT	170
6.11 Pont routier sur la Drôme	171
Programme	171
Carte d'identité	171
Description du projet par le bureau d'études.....	171
La place du CLT	173
Références – Bibliographie.....	175
Index	177

Construire en CLT

Le bois massif lamellé-croisé, appelé communément CLT, est un système constructif composé de plaques monocouches encollées à plis croisés. Matériau reconnu pour ses performances thermiques et acoustiques, son comportement au feu et sa résistance structurale, le CLT est utilisé pour la construction de maisons individuelles, d'immeubles d'habitation de plusieurs étages, de bâtiments publics, industriels et commerciaux.

Après avoir présenté les caractéristiques générales et les propriétés physiques du matériau, ce guide tout en image :

- fournit les bases et les méthodes de calcul permettant le dimensionnement des ouvrages courants ;
- donne les détails de construction des solutions CLT ;
- décrit les prescriptions de mise en œuvre en mettant l'accent sur les interactions entre les différents corps d'état ;
- illustre la polyvalence du CLT par le biais de réalisations exemplaires.

De nombreuses illustrations viennent enrichir ce guide pratique, véritable mode d'emploi du bois massif lamellé-croisé. Il s'adresse à tous les acteurs de la construction : maîtres d'ouvrage, prescripteurs, architectes, ingénieurs de bureaux d'étude, constructeurs et contrôleurs.

ISBN 978-2-281-14677-6



9 782281 146776

EDITIONS

LE MONITEUR

Renaud Blondeau-Pâtissier

est ingénieur, directeur de la recherche et du développement chez TEBOLVL – Groupe Thébault, leader de la fabrication de LVL et de contreplaqué en France.

Bastien Bouteloup

est ingénieur, directeur de la recherche et du développement chez Woodeum, marque bois de Cogedim.

Sommaire

1. Caractéristiques du matériau
2. Propriétés physiques
3. Dimensionnement
4. Détails de construction
5. Mise en œuvre
6. Exemples de réalisations

