

Bois lamellé-croisé (CLT) De solides atouts



Traduit et adapté de la brochure *Solid Advantages* de WoodWorks



cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

Le bois lamellé-croisé (CLT) constitue un nouveau système pour la construction de bâtiments non résidentiels et multifamiliaux.



Photo : Atrium du Collège Durocher, Nordic Structures Bois

Depuis des décennies, les produits du bois permettent aux architectes, ingénieurs, entrepreneurs et maîtres d'ouvrage d'avoir recours à des systèmes d'ossature performants, économiques et écologiques. Le bois lamellé-croisé (CLT) offre désormais aux professionnels de la conception et de la construction une approche innovante en ce qui concerne les systèmes de construction.

Alors qu'il existe ailleurs dans le monde des bâtiments en bois lamellé-croisé allant jusqu'à 10 étages, une récente étude menée pour le compte du Conseil canadien du bois est arrivée à la conclusion que le CLT convient parfaitement aux immeubles de 12 étages ou plus.¹ Par conséquent, le CLT a le potentiel de révolutionner l'utilisation du bois dans la construction de bâtiments non résidentiels et multifamiliaux.

Le CLT offre une résistance structurale élevée avec la simplicité requise pour construire des immeubles économiques qui présentent une empreinte écologique moindre que l'acier ou le béton. Il possède de nombreux autres avantages, notamment une installation précise et plus rapide, une réduction des déchets au chantier, une performance thermique accrue et une grande polyvalence de conception.

Alors que le CLT a été amplement testé et est largement utilisé en Europe, il est relativement nouveau en Amérique du Nord. Ce système de construction économique peut être utilisé dans une vaste gamme d'applications, telles que les immeubles de hauteur moyenne et les bâtiments industriels, institutionnels et commerciaux.



Photo : Stadthaus, Will Pryce

¹ Étude « The Case for Tall Wood Buildings » réalisée par mgb ARCHITECTURE + DESIGN, Equilibrium Consulting, LMDG Ltd., BTY Group, 2012

Photos (couverture) : (gauche) bâtiment Earth Systems Science, UBC, Structurlam Products Ltd.; (droite) école primaire St. Agnes, Willmott Dixon Construction Ltd.

Produit innovateur

Conçu en Europe dans les années 1990, le CLT est un panneau massif en bois d'ingénierie composé de trois, cinq, sept ou neuf plis croisés de bois de dimension. Après avoir été séchées, les planches sont posées en couches perpendiculaires les unes par rapport aux autres et collées entre elles. Le procédé de lamelles croisées confère aux panneaux une excellente stabilité dimensionnelle ainsi qu'un niveau élevé de rigidité et de résistance.

La plupart des fabricants utilisent des adhésifs structuraux et hydrofuges en polyuréthane, sans formaldéhyde. Les planches sont collées sur la face et pressées en panneaux, et ceux-ci sont ensuite rabotés et poncés. Avec des machines-outils à commande numérique (CNC), les panneaux sont usinés sur mesure, ce qui permet de créer des ouvertures et des configurations à angles ou des géométries complexes afin de répondre aux besoins spécifiques de l'utilisation finale.

Les dimensions des panneaux varient selon les fabricants. En Amérique du Nord, le CLT est disponible en dimensions allant jusqu'à 381 mm (15 po) d'épaisseur, 2,44 m (8 pi) de largeur et 19,5 m (64 pi) de longueur.

Polyvalence

En raison de leurs résistances élevées au cisaillement et aux forces de compression, les panneaux de CLT sont particulièrement économiques dans la construction d'immeubles multi-étages et les applications avec des diaphragmes de longue portée. Les structures en CLT sont plus légères que celles en acier ou en béton, ce qui permet une réduction des coûts de fondation. En outre, les éléments en CLT peuvent être combinés à d'autres matériaux de construction, comme des poutres en bois lamellé-collé, ce qui permet une grande flexibilité en matière de conception, de style et d'architecture.

Lorsqu'utilisés verticalement comme murs porteurs, les panneaux sont fabriqués de telle sorte que le fil du bois des plis extérieurs est vertical. Utilisés en dalles de plancher ou de toit, les panneaux sont porteurs dans les deux directions et le fil du bois des plis extérieurs est orienté dans la direction de la plus grande portée.

Conçus pour répondre à des applications spécifiques, les panneaux de CLT sont fabriqués et livrés directement du fabricant au chantier de construction où leur mise en place s'effectue avec rapidité et efficacité.



Photo : Nordic Structures Bois



Photo : École primaire St. Agnes, Willmott Dixon Construction

Principaux avantages

Comme son utilisation s'accroît en Amérique du Nord, les professionnels de la construction prennent de plus en plus conscience des avantages du bois lamellé-croisé.

- **Flexibilité de la conception :** Il est relativement aisé d'augmenter l'épaisseur d'un panneau de CLT afin d'assurer une plus grande portée tout en réduisant le nombre d'éléments de soutien intermédiaire. Les fabricants utilisent des machines-outils à CNC pour découper les panneaux et tailler des ouvertures de façon précise par rapport aux spécifications, respectant des tolérances très étroites (de l'ordre de millimètres). De plus, lorsque nécessaire, des modifications peuvent être apportées directement au chantier à l'aide d'outils simples.
- **Résistance thermique et efficacité énergétique :** La résistance thermique des panneaux de CLT est déterminée par leur coefficient de transmission de chaleur, U, qui est fonction de leur épaisseur. Les panneaux plus épais ont des coefficients U plus faibles; leur capacité isolante est donc plus élevée, ce qui nécessite moins de matériaux isolants. Comme ils sont fabriqués à l'aide de machines-outils à CNC qui permettent de respecter les tolérances avec une grande précision, les panneaux sont parfaitement joints, ce qui se traduit par une meilleure étanchéité pour la structure. Parce que les panneaux sont en bois massif, la circulation d'air dans le système est réduite. Par conséquent, avec une structure en bois lamellé-croisé, la température ambiante intérieure peut être maintenue avec seulement un tiers de la consommation d'énergie requise normalement avec les systèmes de chauffage et de refroidissement.²



La capacité du bois à carboniser et par le fait même de se protéger contre la dégradation dans un incendie confère au CLT de bonnes propriétés de protection contre les incendies.

- **Rapport coût-efficacité :** Dans une étude de 2010 menée par FPIinnovations³, les chercheurs ont comparé les coûts des systèmes de construction en CLT par rapport à ceux en béton, en maçonnerie et en acier. Sans compter les avantages que représentent une plus grande rapidité d'érection au chantier et des coûts de fondation moindres, les coûts estimés d'une structure en CLT sont concurrentiels, voire plus économiques de l'ordre de 10 à 50 % selon la hauteur du bâtiment, le nombre d'étages et la catégorie de bâtiment.
 - **Avantages environnementaux :** Fabriqués à partir de bois provenant de forêts gérées de façon durable, le CLT présente de nombreux avantages du point de vue de l'environnement. Outre son excellente résistance thermique, le bois est le seul matériau de construction qui est à la fois renouvelable et recyclable; les études d'analyse du cycle de vie démontrent de
- manière constante que le bois est supérieur à l'acier et au béton aux chapitres de l'énergie grise et de la pollution de l'eau et de l'air. Il a également une empreinte carbone plus faible — les produits du bois continuant de séquestrer le carbone absorbé par les arbres durant leur croissance. Enfin, la transformation du bois nécessite moins d'énergie, et par conséquent, génère moins d'émissions de gaz à effet de serre.⁴
 - **Moins de déchets :** Les panneaux de CLT sont fabriqués pour répondre à des applications particulières, ce qui produit peu ou pas de déchets sur les chantiers de construction. De plus, les fabricants peuvent réutiliser les restes comme composants architecturaux ou biocarburant.
 - **Rapidité d'installation :** Comme les panneaux sont préusinés et qu'il s'agit d'un procédé de construction à sec, le temps de montage est considérablement réduit, ce qui se traduit par une efficacité accrue, une réduction des coûts et des délais d'occupation moindres. Les éléments constituant les murs, les planchers et les toits peuvent être prédécoupés, y compris les ouvertures pour les portes, les fenêtres, les escaliers ainsi que les conduits et canalisations pour les services, ce qui minimise les travaux au chantier. L'isolation et les finis peuvent être exécutés avant l'installation, ce qui réduit davantage les coûts de main-d'œuvre qualifiée sur place.
 - **Protection contre les incendies :** L'épaisseur de la section transversale des panneaux de CLT offre une bonne résistance au feu parce que les panneaux se carbonisent lentement, de façon constante et prévisible, tout en maintenant une capacité structurale. Une fois formée, la couche carbonisée protège le bois de la dégradation, et comme les assemblages en CLT comportent moins de vides de construction, les risques qu'un incendie se propage sont grandement réduits. En outre, le CLT offre une grande capacité de compartimentation lorsqu'il est utilisé pour les murs intérieurs.
 - **Résistance sismique :** En raison de leur rigidité et stabilité dimensionnelle, les panneaux de CLT présentent une résistance efficace aux charges latérales. Les chercheurs ont soumis les panneaux de CLT à des essais poussés de résistance sismique et ont découvert qu'ils réagissaient de manière exceptionnelle, sans déformation résiduelle, particulièrement pour les applications multiétages. Au Japon, par exemple, un bâtiment de sept étages en CLT a été soumis à des essais sur la plus grande table de vibration au monde. Il a résisté à 14 secousses sismiques d'importance sans pratiquement subir de dommages. Le CLT offre un bon comportement ductile et une bonne dissipation d'énergie.
 - **Performance acoustique :** Les résultats des essais montrent que, du fait que la masse des murs contribue à la performance acoustique, les systèmes de construction en CLT procurent une insonorisation adéquate tant en ce qui concerne les bruits d'impact que la transmission du son aérien. Des membranes isolantes peuvent être utilisées aux jonctions des panneaux pour améliorer davantage l'isolation acoustique.

² Plan stratégique pour la commercialisation du bois de charpente lamellé-croisé aux États-Unis et au Canada, Conseil canadien du bois, 2010

³ Cross Laminated Timber: A Primer, Crespell, P., S. Gagnon, FPIinnovations, 2010

⁴ The Environmental Performance of Renewable Building Materials in the Context of Residential Construction, Bowyer, J., D. Briggs, B. Lippke, J. Perez-Garcia, Consortium for Research on Renewable Industrial Materials (CORRIM), 2005; Life Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials in the Context of Residential Construction, Phase II, Lippke B., L. Johnson, J. Wilson, M. Puettmann, CORRIM, 2010; Synthesis of Research on Wood Products & Greenhouse Gas Impacts, 2e édition, Sarthe R., J. O'Connor, FPIinnovations, 2010



Photo : École primaire St. Agnes, Willmott Dixon Construction



Photo : FPIInnovations



Photo : Collège Durocher, Nordic Structures bois

Propriétés et performance

- Résistance élevée aux charges axiales pour les murs ;
- Moins sensible au flambement ;
- Rapport élevé de la rigidité et résistance par rapport à la masse ;
- Résistance élevée au cisaillement pour les charges latérales ;
- Rapports portée/épaisseur de 20 à 30 pour les planchers, et de 30 à 40 pour les toits.

Installation rapide et efficace

Un des principaux avantages des structures en CLT est que leur érection s'effectue avec rapidité et efficacité. En effet, leur grande longueur permet d'ériger plus d'un étage à la fois. Les panneaux de CLT sont généralement munis de sangles de levage préinstallées, si bien qu'il suffit alors aux entrepreneurs de mettre les panneaux en place à l'aide de grues. Étant donné que les panneaux de CLT sont fabriqués pour répondre à des applications particulières, ils sont souvent livrés et mis en place en utilisant la méthode juste-à-temps, ce qui en fait le matériau idéal pour les projets où la capacité d'entreposage sur le site est limitée.

Plusieurs détails simples permettent de relier le toit et les murs, le plancher et les murs, et les étages dans les assemblages en CLT, de même que pour connecter les panneaux de CLT à d'autres éléments en bois, ou encore à l'acier ou au béton pour les charpentes hybrides. Le type d'attaches dépend des assemblages à relier, de la configuration du panneau et du système structural utilisé. Les types de fixation les plus courantes comprennent les supports en forme de cornière et les plaques clouées utilisées pour transférer les forces d'un niveau à l'autre.

On utilise généralement des vis auto-taraudeuses pour relier deux panneaux. Ces attaches, faciles à installer et avec une résistance latérale et en arrachement élevée, sont particulièrement prisées parce qu'elles offrent également une résistance aux charges axiales et latérales combinées.

Un avenir qui s'annonce prometteur

Le marché potentiel qui s'ouvre au CLT en Amérique du Nord s'annonce des plus prometteurs. Aux États-Unis et au Canada, l'industrie, les associations, les centres de recherche et les experts en ingénierie déploient tous leurs efforts pour promouvoir son utilisation et son acceptation.

En 2012, l'American National Standards Institute (ANSI) a approuvé la norme ANSI/APA PRG 320-2011 Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber. Cette nouvelle norme, utilisée à la fois au Canada et aux États-Unis, couvre les exigences de fabrication, de qualification et d'assurance qualité.

La performance structurale et la compétitivité des coûts du CLT lui permettent de concurrencer directement l'acier et le béton. Alors que la demande en matériaux de construction économiques, efficaces et durables affichant une performance éprouvée ne cesse d'augmenter, les professionnels de la construction novateurs vont de plus en plus se tourner vers des solutions en CLT pour la construction non résidentielle et multifamiliale.



Photo: Projet Prochute, Nordic Structure Bois



Immeuble Bridport

Lieu : District d'Hackney, Londres (Royaume-Uni)

Architecte : Karakusevic Carson Architects

À sa construction en 2011, cet immeuble de cinq et huit étages était le plus grand bâtiment résidentiel de structure en bois au monde. En raison de la configuration du site, l'immeuble étant construit sur un égout pluvial de grandes dimensions, il fallait que sa structure soit légère; le CLT s'est avéré la solution idéale.

Photo : Karakusevic Carson Architects



Projet Prochute

Lieu : Saint-Lambert, Québec (Canada)

Conception : Luc Gélinas Architecte et Nordic Structures Bois

Le projet Prochute est composé d'une structure poteau-poutre apparente en lamellé-collé dimensionnée pour reprendre des planchers composites en acier/béton.

Les panneaux CLT contribuent à reprendre des efforts gravitaires en plus de réaliser la stabilité horizontale du bâtiment (effort de séisme et de vent), tout en apportant la signature esthétique et architecturale désirée par le client.

Photo : Nordic Structures Bois



The Long Hall

Lieu : Whitefish, Montana (États-Unis)

Conception : Datum Drafting & Design

La construction de ce bâtiment de deux étages, à utilisation commerciale mixte, d'une superficie de 451,8 m² (4 863 pi²), n'a nécessité que quatre jours. La structure en CLT a été laissée apparente pour mettre en valeur l'aspect esthétique du bois.

Photo : Pete Kobelt



Atrium du Collège Durocher

Lieu : Saint-Lambert, Québec (Canada)

Architecte : Leclerc – Architecte

Les architectes ont utilisé des panneaux en CLT d'une longueur de 11,0 m (36 pi) pour prolonger la structure existante dans un collège au Québec. Le nouvel espace peut accueillir près de 1 300 élèves à l'heure du repas.

Photo : Nordic Structures Bois



Bâtiment Earth Systems Science, Université de la Colombie-Britannique

Lieu : Vancouver, Colombie-Britannique (Canada)

Architecte : Perkins+Will Canada

Ce bâtiment de cinq étages a pour usage un lieu de réunion. Il a été construit en utilisant des systèmes en bois massif: panneaux de CLT, planchers composites bois-béton utilisant des panneaux en bois de longs copeaux lamellés (LSL) et des charpentes contreventées en bois lamellé-collé. Le CLT a été utilisé pour le toit et les auvents.

Photo : KK Law, avec l'autorisation de naturallywood.com



Centre des Loisirs

Lieu : Saint-Prime, Québec (Canada)

Architecte : Christian Côté

Construit en 2011 et d'un design moderne, ce bâtiment de plusieurs étages, de construction poteaux-poutres, comprend des panneaux de CLT d'une longueur de 16,8 m (55 pi) et d'une épaisseur de 105 mm (4 po).

Photo : Nordic Structures Bois

cecobois remercie Ressources naturelles Canada
et le ministère des Ressources naturelles du Québec pour
leur contribution financière à la réalisation de cette brochure.

Ressources
naturelles
Québec

 Ressources naturelles
Canada
Canada

Natural Resources
Canada

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

www.cecobois.com