

GESTION DE L'HUMIDITÉ EN CONSTRUCTION— BOIS LAMELLÉ-CROISÉ

Jieying Wang, Ph.D., chercheuse principale

Le bois lamellé-croisé (CLT) est un produit massif de bois d'ingénierie qui est fabriqué à partir de multiples pièces de bois de dimension assemblées en couches orthogonales avec des adhésifs structuraux. Ce produit est conçu pour des conditions de service sèches et est couramment utilisé pour construire des planchers, des toits et des murs. Comme l'humidification prolongée du bois peut causer des taches, de la moisissure, des variations dimensionnelles excessives (parfois suffisantes pour provoquer la défaillance des attaches), et même la pourriture et la perte de résistance, l'humidité est un facteur important dans la construction avec le CLT. Le présent document a pour but de fournir de l'information technique pouvant aider les architectes, les ingénieurs et les constructeurs à évaluer les risques d'humidification du CLT pendant la construction de bâtiments et à prendre les mesures appropriées pour atténuer ces risques.

Propriétés d'humidification et de séchage

Au Canada, la plupart des fabricants de CLT utilisent du bois issu des groupes d'essences Épinette-Pin-Sapin (ÉPS ou SPF) ou parfois sapin de Douglas-mélèze (D.Fir-L (N)) avec un adhésif structural. Bien que le bois de dimension raboté sec (S-Dry) couramment utilisé ait une teneur en humidité (TH) d'environ 19 % ou moins pendant sa fabrication, la TH du bois utilisé pour faire du CLT doit être de 12 ± 3 %, conformément à la norme nord-américaine ANSI/APA PRG 320. La faible TH initiale réduit le retrait et les problèmes qui y sont associés quand le bois s'adapte au milieu plus sec. Bien que le CLT puisse rétrécir ou gonfler dans le sens de l'épaisseur en fonction des variations de TH,

il présente une stabilité dimensionnelle très élevée dans les deux autres directions en raison du laminage collé croisé. L'humidification pendant la construction est surtout causée par l'exposition à des sources d'eau liquide, notamment la pluie. La protection sur le chantier par temps humide, comme l'hiver pluvieux typique du milieu côtier, représente un défi important pour toute construction. Les essences résineuses canadiennes séchées, notamment le SPF et le D.Fir, résistent bien à l'humidité, surtout le bois de fil extérieur. Il faut généralement une exposition soutenue pendant des semaines ou des mois pour que l'eau pénètre en profondeur. Cependant, les éléments suivants d'un assemblage de CLT présentent le risque d'humidification le plus élevé :

- le bois de bout, puisqu'il absorbe plus d'eau que le bois de fil extérieur (figure 1);
- les espaces entre les couches, qui peuvent emprisonner l'eau;
- les languettes utilisées pour les joints. De façon générale, le contreplaqué et les panneaux de lamelles orientées (OSB) absorbent beaucoup plus d'eau que le bois massif.

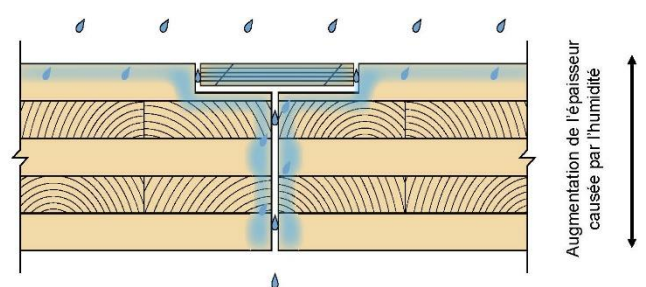


Figure 1. Potentiel d'absorption d'eau par le bois de bout et les languettes entre les panneaux de CLT; gonflement dans le sens de l'épaisseur.

Le bois étant un matériau hygroscopique, il échange de l'humidité avec l'air environnant (sorption). Le CLT sec accumule de l'humidité en absorbant de la vapeur d'eau dans un milieu ambiant humide. L'exposition prolongée (pendant des mois) à une humidité élevée en hiver dans un milieu côtier peut causer de la détérioration, comme un gonflement excessif ou le développement de moisissure.

Le CLT humidifié peut sécher par évaporation de l'humidité une fois que les sources d'humidification ont été éliminées. Les milieux chauds, peu humides et bien ventilés accélèrent le séchage. Les zones (comme le bois de bout exposé) qui absorbent l'humidité le plus vite dans des conditions d'humidification ont aussi tendance à sécher rapidement. En revanche, le séchage peut prendre plus de temps (des semaines, voire des mois) quand l'humidité a pénétré en profondeur dans un gros élément de CLT. Le séchage est très lent et parfois même impossible quand le panneau est recouvert d'un matériau à faible perméance à la vapeur, comme une membrane de toiture.

Mesure de la teneur en humidité

La TH du bois doit être surveillée pendant la construction. En général, on la mesure sur le chantier à l'aide d'un humidimètre portatif qui permet de mesurer la résistance électrique entre deux aiguilles (figure 2, haut). Ces appareils présentent normalement une étendue de mesure variant entre 6 % et 25 %. Les aiguilles sont généralement recouvertes, sauf aux extrémités qui mesurent la TH. Ces aiguilles peuvent aussi être installées à des profondeurs précises pour des mesures en continu (figure 2, bas). La prise de mesures pendant la construction devrait viser les zones qui présentent un fort potentiel d'humidification, comme les joints et le bois de bout, pour obtenir de l'information plus précise permettant de prendre des décisions en lien avec la protection contre l'humidité ou le séchage forcé. Quand les conditions le permettent, des correctifs devraient être apportés aux mesures de TH pour tenir compte des caractéristiques des essences de bois, des produits chimiques (adhésifs ou produits de conservation) et de la température. Par exemple, les lectures prélevées sur du contreplaqué humide peuvent surévaluer la TH réelle de plus de 10 % à cause des adhésifs et des autres produits chimiques présents dans le bois.



Figure 2. Mesure de la teneur en humidité à l'aide d'un humidimètre portatif (haut) et d'aiguilles préinstallées (bas)

Gestion de l'humidité sur le site

Planification et travail d'équipe

La gestion de l'humidité sur le chantier doit être planifiée pour chaque projet de construction, et ce, dans tous les climats. C'est particulièrement important pour les bâtiments massifs en bois de grande hauteur ou superficie construits dans un environnement ou en saison humide. Il faut évaluer à l'avance les risques d'humidification et de détérioration, les besoins de correctifs et les mesures de protection de même que les coûts qui s'y rattachent de sorte que, lors d'événements d'humidification, les mesures appropriées soient prises.

La gestion de l'humidité sur le chantier nécessite une bonne communication, de la collaboration et une coordination entre toutes les parties. Voici les principales responsabilités :

- Le promoteur ou propriétaire du bâtiment doit reconnaître l'importance de la protection contre l'humidité et mettre des fonds de côté pour couvrir les délais supplémentaires et les mesures à prendre.
- L'architecte du projet doit prendre les devants dans la plupart des cas pour s'assurer que des stratégies cohérentes soient adoptées pour protéger le CLT

pendant tout le processus (fabrication, expédition, entreposage, installation) jusqu'à ce que le bois soit complètement protégé.

- Dans certaines régions (comme la Colombie-Britannique) où un consultant en enveloppes de bâtiments intervient dans le processus, ce dernier peut être chargé de diriger le travail.
- L'architecte ou le consultant en enveloppes de bâtiments doit travailler en étroite collaboration avec le fabricant et l'entrepreneur principal pour s'assurer que des mesures de protection contre l'humidité soient prises.
- L'entrepreneur doit affecter une personne à la mise en place des mesures de protection et à la surveillance de la TH du bois pendant la construction.

Stratégies et principes généraux

Les stratégies et principes suivants doivent être mis en application dans chaque projet de construction.

- Réduire au minimum le temps d'exposition aux intempéries, en particulier pour les éléments horizontaux qui permettent à l'eau de s'accumuler.
- Tirer profit de la préfabrication hors chantier, y compris le précoupage et le perçage des raccords et de diverses ouvertures de service afin de réduire au minimum le travail et le temps sur le chantier.
- Prévoir l'installation des éléments en bois pendant une saison relativement sèche, quand c'est possible.
- Coordonner la livraison des matériaux pour une installation juste à temps afin d'éliminer les besoins d'entreposage sur le chantier.
- Installer la toiture et fermer l'enveloppe dès que possible afin de protéger l'ensemble de la structure.
- Concevoir la structure et chaque assemblage de manière à réduire au minimum les risques d'accumulation d'humidité et à permettre le séchage.
- Tenir la TH du CLT au-dessous de 19 % avant de fermer l'enveloppe. En mesurant la TH, insister sur les zones où les risques sont les plus élevés (p. ex. bois de bout).
- Prêter attention aux couches qui recouvrent ou protègent le CLT (membranes, béton ou isolant à faible perméance) et qui pourraient ralentir le séchage. Cibler une TH de 16 % avant que le CLT soit recouvert d'un matériau à faible perméance à la vapeur.

Protection de base

Les mesures de protection contre l'humidité suivantes s'appliquent à tous les projets de construction.

Conception du bâtiment :

- Lors de la conception des attaches, les risques de défaillance des vis devraient être limités en évaluant les forces pouvant être générées par le gonflement du bois résultant de l'humidification sur le chantier.
- Les ouvertures de service des panneaux de planchers ou de toitures en CLT devraient être regroupées au plus petit nombre d'endroits possible afin de faciliter l'adoption de mesures précises et d'empêcher l'eau de se répandre aux niveaux inférieurs.
- Une chape autonivelante à faible rapport connu en eau devrait être spécifiée afin de réduire au minimum les risques de voir les panneaux de plancher de CLT absorber des surplus d'eau.

Responsabilités du fabricant :

- Fournir aux utilisateurs de CLT des instructions sur l'entreposage et la manutention sur le chantier.
- Sur demande, appliquer en usine un scellant ayant une efficacité démontrée sur les arêtes et les bords précoupés afin de prévenir l'absorption d'eau par le bois de bout.
- Avant l'expédition, recouvrir individuellement chaque panneau d'un emballage opaque scellé ou d'une membrane autoadhésive, lorsque spécifié.

Responsabilités de l'entrepreneur :

Quand un entreposage temporaire sur le chantier est nécessaire :

- Entreposer les éléments en fonction de leur position finale et de la séquence de montage afin de faciliter l'installation.
- Entreposer le CLT de préférence dans des abris bien ventilés et utiliser des cales pour empêcher le bois d'entrer en contact avec le sol. Contrôler l'humidité relative du milieu en cas d'entreposage durant plus de deux mois.
- Conserver les emballages d'origine jusqu'à ce que le CLT soit prêt à être installé. Ouvrir les emballages de manière à empêcher la pluie de pénétrer et à faciliter l'égouttage et le séchage.

Pendant l'installation :

- L'érection d'un niveau de plancher ne doit pas prendre plus d'une semaine.
- Retirer sans attendre l'eau, la neige ou la glace qui s'est accumulée sur les planchers ou les toitures de CLT qui ont été installés.
- Installer des bâches avant de quitter pour la nuit ou la fin de semaine afin de recouvrir les planchers ou les toitures qui ont été installés quand il y a risque de pluie.
- Prévoir l'installation de languettes en contreplaqué ou OSB sur les planchers et toitures en CLT juste avant la prochaine installation (p. ex. chape en béton, membranes de toiture) pour les protéger contre l'humidification.

Protection améliorée

Il est fortement recommandé de prévoir les meilleures mesures de protection sur le chantier pour les projets de construction réalisés en milieu humide et lorsque l'exposition à l'eau risque de dépasser deux mois. Les coûts initiaux plus élevés sont souvent compensés par une diminution des pertes de temps, l'amélioration de l'efficacité et de la qualité de la construction et l'élimination du séchage prolongé et d'autres mesures correctives. En plus des principes et des mesures de base décrits plus haut, il est recommandé de choisir l'une des trois options qui suivent pour réduire davantage le risque d'humidification.

Option 1 : Créer des écrans étanches à l'eau pour les murs, les planchers et les toitures existants en ayant recours au séquençage de la construction et au cloisonnement localisé. L'objectif est d'utiliser les composants du bâtiment pour protéger efficacement la structure interne avant qu'une enveloppe complètement étanche soit installée. Les parties du bâtiment comme les toitures, les planchers et les murs extérieurs à partir des niveaux inférieurs doivent être rendus étanches dès que la construction le permet. Ceci permet également de protéger les planchers inférieurs contre le feu puisque les cloisons sèches peuvent être installées plus tôt.

- Installer les murs extérieurs rapidement après l'érection de la structure principale. Essayer d'éviter d'installer plus de deux étages de planchers ouverts sans murs extérieurs pendant la construction.
- Dès que possible, installer des barrières étanches continues le long des murs extérieurs.

- Sceller les planchers avec des membranes et une chape de béton pour qu'ils puissent servir de toiture temporaire (voir les exemples des figures 3 et 4).

Option 2 : Protéger les panneaux de planchers et de toitures en préinstallant des membranes autoadhésives.

- La face supérieure de chaque panneau de CLT utilisé pour un plancher ou une toiture comporte une membrane autoadhésive préalablement installée en usine pour assurer une protection contre l'humidité, en plus d'un scellant sur les arêtes, les bords de découpes et les ouvertures de service.
- Cette membrane devrait pouvoir résister à l'usure et demeurer étanche à l'eau pour la durée de la construction. Elle ne doit pas entraîner des risques de glissement.
- Une membrane perméable à la vapeur présentant une résistance démontrée à l'eau devrait être spécifiée pour les panneaux de planchers. La chape de béton peut être installée directement par-dessus.
- Dans le cas d'une toiture, cette membrane doit idéalement devenir une partie permanente de la membrane de toiture. L'installation peut nécessiter une coordination avec un couvreur professionnel.
- Tout joint ou interface devrait être scellé sans délai après l'installation des panneaux pour empêcher la pluie ou la neige fondue de s'infiltrer dans les espaces et de rester piégée entre les éléments en bois.
- Installer les murs extérieurs et la toiture dès que possible afin de fournir une enveloppe complète.

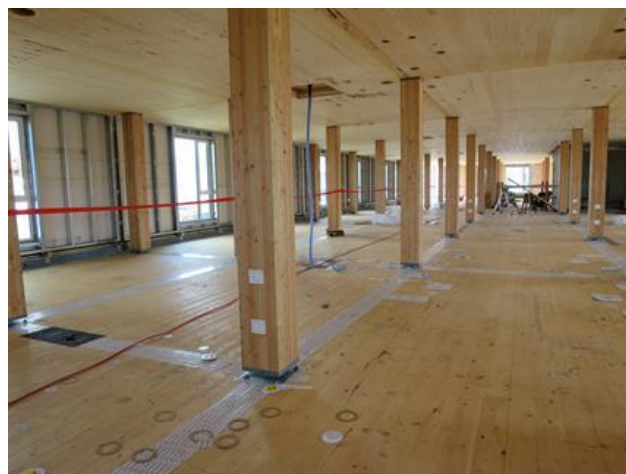


Figure 3. Joints entre des panneaux de planchers en CLT scellés à l'aide de ruban adhésif dans un projet à Vancouver



Figure 4. Plancher rendu étanche à l'aide de feuilles de plastique dans un bâtiment en bois à Montréal

Option 3 : Protéger l'ensemble du bâtiment en installant un toit temporaire.

- Il est possible d'installer un abri temporaire pour protéger l'ensemble ou une partie de la structure. Une telle protection est courante dans les rénovations de bâtiments pour maintenir des conditions de vie normales. Elle offre la protection la plus fiable contre l'humidité pour les nouvelles constructions.
- Une tente fixe, semblable à celle utilisée dans les projets de rénovation, peut être construite à l'aide d'échafaudages et de bâches pour protéger la toiture et les revêtements.
- Une tente amovible, relevée à mesure que chaque étage est construit, est une mesure largement utilisée dans d'importants projets en bois en Europe (voir l'exemple de la Figure 5 **Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Une technologie similaire a été mise au point au Canada pour les structures en acier. Une toiture temporaire peut offrir une protection pour l'ensemble de la construction quand le budget le permet.



Figure 5. Utilisation d'une toiture amovible temporaire pour protéger une construction en bois en Suède

Séchage et remise en état

- Le bois humidifié (y compris le CLT et les languettes de joints) devrait être séché avant de le recouvrir.
- Des mesures devraient être prises pour éviter l'ajout d'humidité avant le séchage. Tout eau liquide devrait être éliminée des surfaces (avec un aspirateur ou une serpillère).
- Le séchage se fait naturellement quand la température ambiante est favorable, soit quand l'air est chaud et l'humidité relative est faible (<65 %).
- Lorsque le milieu ambiant n'est pas idéal ou qu'il faut accélérer le séchage pour compléter plus rapidement l'enveloppe, on peut accélérer le processus à l'aide de ventilateurs, d'appareils de chauffage (électriques de préférence) ou de systèmes de déshumidification.
- Dans des cas d'humidité localisée, comme les joints et près des attaches, on peut accélérer le séchage en soufflant de l'air chaud.
- Des éléments non structuraux comme des cloisons sèches, de l'isolant ou tout autre revêtement pourraient devoir être retirés ou remplacés puisqu'ils peuvent emprisonner l'humidité et réduire la capacité de séchage des éléments en bois.
- D'autres mesures correctives peuvent aussi être requises. Par exemple, quand l'humidification a causé une décoloration (moisissure, taches), la meilleure façon d'éliminer le problème est de sabler les surfaces avant la finition ou les retouches.

Références

ANSI/APA. 2019. ANSI/APA PRG 320-2019: Standard for Performance-based Cross-Laminated Timber. American National Standard Institute, New York, USA.

FPL (Forest Products Laboratory). 2010. Wood Handbook—Wood as an Engineering Material. General Technical Report FPL-GTR-113, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Madison, WI.

Karacabeyli, E. et B. Douglas (rédacteurs). 2013. CLT Handbook: Chapter 10: Building Enclosure Design for Cross-laminated Timber Construction. U.S. Edition. Special Publication SP-529E. FPIinnovations, Pointe-Claire, Québec. 2013.

Karacabeyli, E. et S. Gagnon (rédacteurs). 2019. CLT Handbook: Chapter 10: Building Enclosure Design for Cross-laminated Timber Construction. Canadian Edition. Special Publication SP-532E. FPIinnovations, Pointe-Claire, Québec. 2019.

Wang, J.Y. 2016. A Guide for On-site Moisture Management of Wood Construction. FPIinnovations report to Natural Resources Canada and BC Housing. Vancouver, Canada.

Wang, J.Y. 2018. Wetting and Drying Performance related to on-site Moisture Management of Cross-laminated Timber. FPIinnovations report to Forestry Innovation Investment and the Canadian Forest Service, Natural Resources Canada. Vancouver, Colombie-Britannique.

Pour plus d'information

Jieying Wang | (604) 222-5649
jieying.wang@fpinnovations.ca

Suivez-nous



fpinnovations.ca