

FICHE DE BONNES PRATIQUES  
**GESTION DE L'EAU ET DE L'HUMIDITÉ**  
CHANTIERS DE CONSTRUCTION EN BOIS

## Table des matières

Introduction	2
Élaboration d'une stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité	4
Rédaction de la stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité	21
Exécution et surveillance de la stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité	22
Remarques finales	25
Annexe I	26
Annexe II	28
Annexe III	30
Références	31

### Remerciements

FPInnovations souhaite remercier le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF), la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) ainsi que Cecobois pour leur contribution à la rédaction de ce document.

## Introduction

L'eau et l'humidité demeurent les principales causes qui affectent la durabilité du bois. Les risques associés au contact avec l'eau et à l'absorption d'humidité des produits en bois sont présents pendant le transport entre le lieu de fabrication et le chantier de construction, durant l'entreposage, pendant la construction et même durant la vie en service. Parmi ces étapes, la gestion de l'eau et de l'humidité pendant la construction est probablement l'étape la plus complexe due aux multiples possibilités d'exposition, des contraintes sur le site et des coûts associés. La nécessité de réduire les risques d'exposition à l'eau et à l'humidité devient de plus en plus importante avec l'augmentation de la hauteur des bâtiments et de l'amélioration de l'efficacité énergétique de ceux-ci.

Dans des conditions normales d'utilisation où le taux d'humidité se situe généralement entre 8 et 12%, le risque de pourriture est relativement faible pour les produits du bois. Toutefois, l'exposition à l'eau de façon prolongée (p. ex. pluie pendant la construction, enveloppe non étanche et infiltrations d'eau) ou à des conditions de haute teneur en humidité peuvent résulter en des situations non-désirées au-dessus du point de saturation des fibres (moyenne d'environ 30%) [1]. Dans le cas où ces conditions persistent sur une longue période, il est possible d'observer des changements dimensionnels et de la croissance fongique en surface des éléments de bois. À des taux d'humidité plus élevés (entre 30% et 80%), l'apparition de la pourriture peut être accélérée et entraîner, en quelques semaines, une diminution de la résistance mécanique et causer des dommages à la structure.

La gestion de l'eau et de l'humidité sur le site demeure un concept relativement nouveau pour de nombreux ingénieurs, architectes et entrepreneurs. Un sondage réalisé auprès d'experts en bois massif, du milieu académique et de l'industrie, rapporte qu'une exposition excessive à l'humidité est considérée comme « pouvant être un défi » ou « est un défi » par 93% des répondants [2]. De plus, les résultats de cette étude montrent un besoin d'étendre les connaissances et les stratégies de protection. Au Canada, quelques guides sur le sujet ont été rédigés, au cours des dernières décennies, principalement pour la construction en bois massif [3-8]. Toutefois, il n'existe pas de réglementation spécifique pour la gestion de l'eau et de l'humidité en chantier en Amérique du Nord. Une exigence dans les codes du bâtiment canadiens stipule que la teneur en humidité (TH) du bois doit être inférieure à 19 % au moment de l'installation, ce qui est couramment interprété comme la TH maximale de celui-ci avant qu'il soit encapsulé. Cependant, certaines normes sont disponibles dans d'autres pays tels que la Finlande. Plus spécifiquement, la section 7.4 de la norme finlandaise « SFS 5978 – Execution of timber structures » exige que toutes parties engagées dans un projet de construction doivent élaborer, de concert, un plan de contrôle de l'eau et de l'humidité et un plan d'assemblage pour les matériaux en bois utilisés dans les structures porteuses [9]. Les deux plans doivent inclure le niveau prévu de protection sur le site en fonction de la TH de conception du bois.

Afin d'améliorer la durabilité des bâtiments en bois et d'ainsi favoriser la croissance des marchés de bâtiments en bois, des stratégies adéquates de conception, de protection et de planification de la gestion de l'eau et de l'humidité sont nécessaires. Cette fiche technique vise à fournir aux professionnels de la construction les connaissances et les outils de base afin d'adopter et de facilement implanter des bonnes pratiques en matière de gestion de l'eau et de l'humidité en chantier pour quatre systèmes de construction: l'ossature légère en bois (construite sur site et en panneaux ouverts), le bois massif (bois lamellé-collé et lamellé-croisé), les panneaux fermés à ossature bois et la construction modulaire.

La fiche fournit tout d’abord une série de considérations pour l’élaboration de la stratégie de gestion de l’eau et de l’humidité. Les principales considérations comprennent les conditions environnementales, les niveaux d’exposition, et les matériaux/assemblages utilisés. Elle se concentre ensuite sur des stratégies d’atténuation et de protection adaptées à chaque type de systèmes de construction et d’assemblages, couvrant des mesures allant des méthodes de base (c.-à-d., l’entreposage et la séquence optimisée de la construction) aux méthodes plus avancées. La figure 1 présente une vue d’ensemble de la gestion de l’eau et de l’humidité allant de l’évaluation des risques de mouillage jusqu’aux mesures correctives.

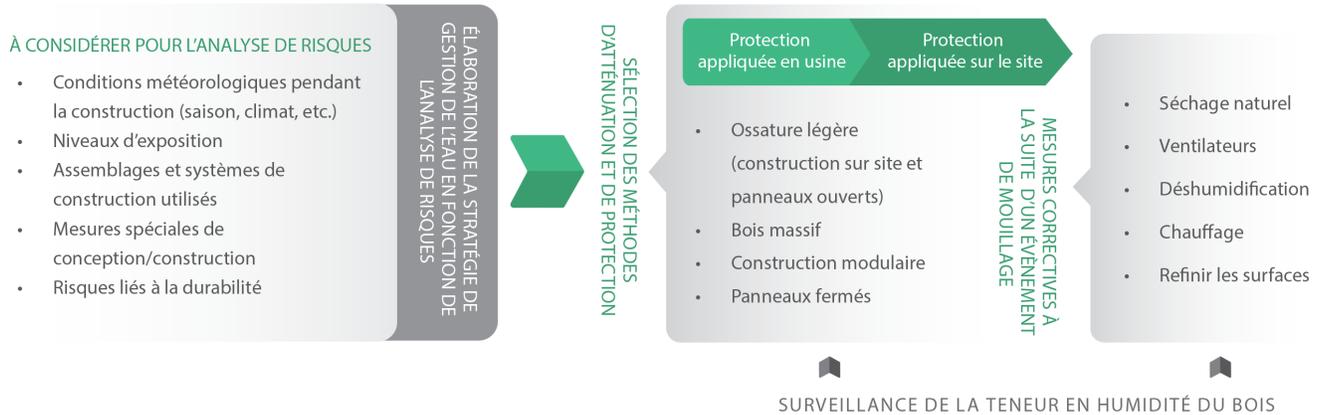


Figure 1. Vue d’ensemble de la gestion de l’eau et de l’humidité allant de l’évaluation des risques de mouillage jusqu’aux mesures correctives

## L’HUMIDITÉ VS L’EAU LIQUIDE

L’humidité (vapeur d’eau) correspond à l’eau présente dans l’air sous forme gazeuse. Ce paramètre est généralement mesuré par le taux d’humidité relative (HR). Le bois échange de l’humidité avec l’air ambiant (sorption); du bois sec perd en humidité (désorption) lorsque l’HR est faible et gagne en humidité (absorption) lorsque l’HR est élevée. L’absorption seule n’introduit pas d’eau libre et n’augmentera pas la teneur en humidité (TH) au-dessus du point de saturation des fibres, à moins que le bois ne soit exposé à de l’eau liquide (p. ex., condensation de vapeur, pluie, fonte des neiges). L’humidité peut passer à l’eau, par condensation, si la température de surface descend sous le point de rosée, notamment à l’intérieur des murs ou sur des surfaces mal isolées.

Pour les produits de bois secs exposés sur un chantier de construction, les risques d’exposition à l’eau jouent généralement un rôle plus déterminant dans l’humidification que l’HR seule. Le bois absorbe l’eau beaucoup plus rapidement, en particulier par les bouts et les pores.

En bref, le mouillage causé par l’eau liquide est généralement la plus grande préoccupation pour les propriétés et les performances du bois, en particulier la durabilité à long terme.

# ÉLABORATION D'UNE STRATÉGIE DE GESTION DE L'EAU ET DE L'HUMIDITÉ

La gestion de l'eau et de l'humidité est un élément essentiel de tout projet de construction en bois, quelle que soit sa taille. L'absence d'une stratégie de la gestion de l'eau et de l'humidité peut entraîner des conséquences financières importantes sur un projet, causées par des retards dans la construction, des

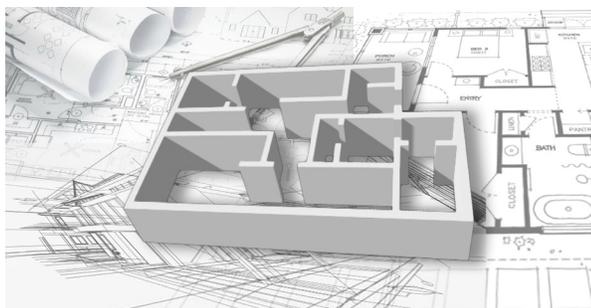
réparations mineures, voir des réparations majeures, tels qu'illustrés au tableau 1. L'objectif de cette stratégie est de porter l'attention sur ce qui pourrait arriver comme conséquence si les risques que le bois soit mouillé ne sont pas évalués et atténués par différents moyens.

Tableau 1. Les risques liés à une mauvaise gestion de l'eau et de l'humidité



La stratégie doit être planifiée et mise en œuvre dès la phase de conception. Elle est divisée en deux temps :

1) la phase de conception du projet (toutes les étapes avant la construction)



2) la phase de construction du projet



## Les acteurs et leurs responsabilités

Une bonne stratégie de la gestion de l'eau et de l'humidité débute par l'identification des acteurs qui seront responsables de la mise en œuvre de cette dernière, de

la phase de conception jusqu'à la phase d'occupation et d'opération du bâtiment. Le tableau 2 résume les différentes étapes d'un projet et les responsables attirés.

Tableau 2. Responsabilités des différents acteurs et responsables, de la phase de conception jusqu'à la phase d'occupation [10]

Étapes	Développeur/ propriétaire	Ingénieur /architecte	Chaîne d'approvi- sionnement en matériaux	Chaîne d'approvi- sionnement de la fabrication	Contracteur/ entrepreneur	Gestionnaire de bâtiment
Désigner une équipe de concepteurs professionnels compétents						 En utilisation
Désigner une équipe compétente pour la fabrication et la construction						 En utilisation
Concevoir pour la durabilité						
Spécifier des matériaux pour la durabilité						
Soutenir techniquement en matière de durabilité						
Avertir en matière d'exposition et de risques		 	 	 	 	
Mettre en œuvre, selon la qualité attendue, les spécifications et détails de construction						
Planifier l'entretien du bâtiment et sa surveillance						

 : Responsable(s) ;  : L'obligation d'avertir ;  : Responsable(s) de la vérification ;  : Responsable(s) de la spécification

<sup>1</sup> Les gestionnaires de bâtiments doivent être impliqués dans la désignation des équipes de conception, de fabrication et de construction dans le cas où des modifications au bâtiment sont nécessaires.

## Phase de conception du projet

La première étape de l'établissement de la stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité a lieu pendant la phase de conception du projet. Elle comprend une analyse de risques qui doit prendre en considération le niveau d'exposition à l'humidité et à l'eau anticipé, ainsi que les méthodes de protection nécessaires en fonction des types d'assemblages choisis pour le projet.

Il est important d'établir le plan de gestion de l'eau et de l'humidité pendant la conception afin de préparer les équipes de conception et de construction à la gestion de l'humidité et aux risques d'exposition imprévus à l'eau.

## Élaboration de la stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité

La gestion de risque et la sélection des stratégies d'atténuation seront différentes en fonction des produits en bois utilisés dans les systèmes de construction et de leur application. Il est important de différencier les types de produits en bois couramment utilisés en construction (figure 2), car leurs propriétés physiques et mécaniques sont influencées par les particularités de leur procédé de

fabrication [4,5,8]. En effet, certains éléments ou assemblages peuvent être plus sensibles aux variations d'humidité relative et peuvent nécessiter un suivi plus rigoureux de leur TH. La TH à la sortie de l'usine versus l'impact de l'eau ou de l'humidité jusqu'à la fin de la construction doivent être pris en compte dans l'analyse de risque.

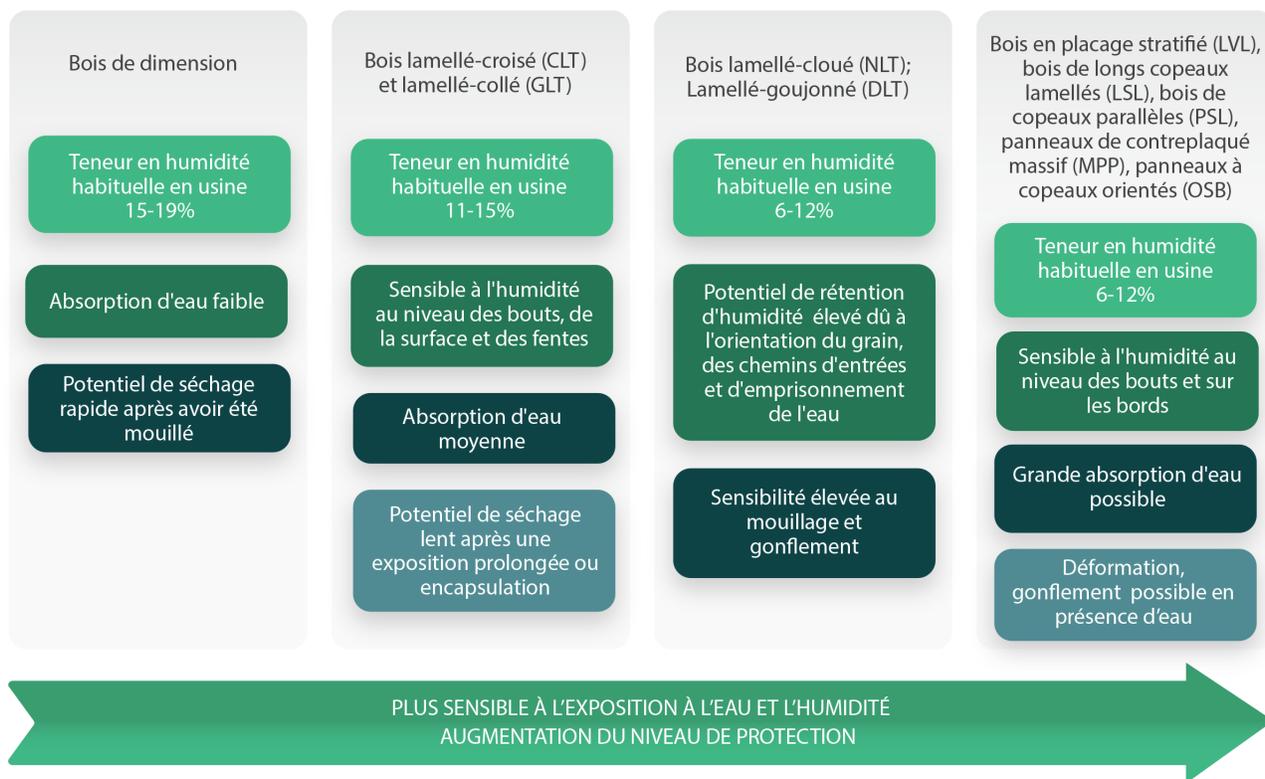


Figure 2. Caractéristiques des principaux produits en bois ainsi que leur sensibilité à l'eau et à l'humidité

## L'analyse de risques

L'analyse de risques vise à identifier tous les facteurs qui peuvent contribuer à une exposition à l'eau et à l'humidité des éléments de bois tels que :

- Le climat et les saisons (incluant la pluie, la neige, le vent);
- Les conditions de l'air (températures et humidités relatives);
- Les assemblages et les systèmes de construction utilisés;
- Protection des produits (emballage, produit de finition, etc.);
- La durée d'exposition des éléments aux intempéries pendant la livraison, l'entreposage et l'installation;
- La séquence de construction (temps d'exposition de chaque élément, étage par étage, séquence d'installation des murs et de la toiture);

- La mise en place de stratégies d'atténuation de l'eau pendant la construction (pentes, murs et toiles temporaires et drainage);
- L'encapsulation des éléments, s'il y a lieu (avec du gypse ou autres matériaux sensibles à l'humidité);
- Les possibilités d'exposition à l'eau et à l'humidité durant la vie en service du bâtiment.

Réaliser cette analyse permet à l'équipe de projet d'identifier les besoins spécifiques associés aux types d'assemblages ainsi que les solutions de protection les mieux adaptées au projet telles que l'utilisation de membranes, de pentes ou d'inclinaisons, d'évents d'aération et d'éléments de drainage.

## Les sources d'exposition potentielles à l'eau et à l'humidité

La figure 3 présente les sources d'exposition potentielles à l'eau et à l'humidité, de façon non-exhaustive, allant de la fabrication des assemblages jusqu'à la phase d'occupation du bâtiment. Plus la construction progresse, plus les dommages causés par l'eau ou l'humidité peuvent prendre de l'ampleur et nécessiteront un effort de remédiation plus important. Les risques d'humidité

pendant le transport sont, en principe, relativement simples à identifier et à gérer. Les lots de fabrication peuvent être prédéterminés et planifiés, et chaque lot est emballé en usine. Toutefois, une fois en construction, l'eau peut s'introduire dans des espaces difficiles à inspecter et à assécher efficacement.

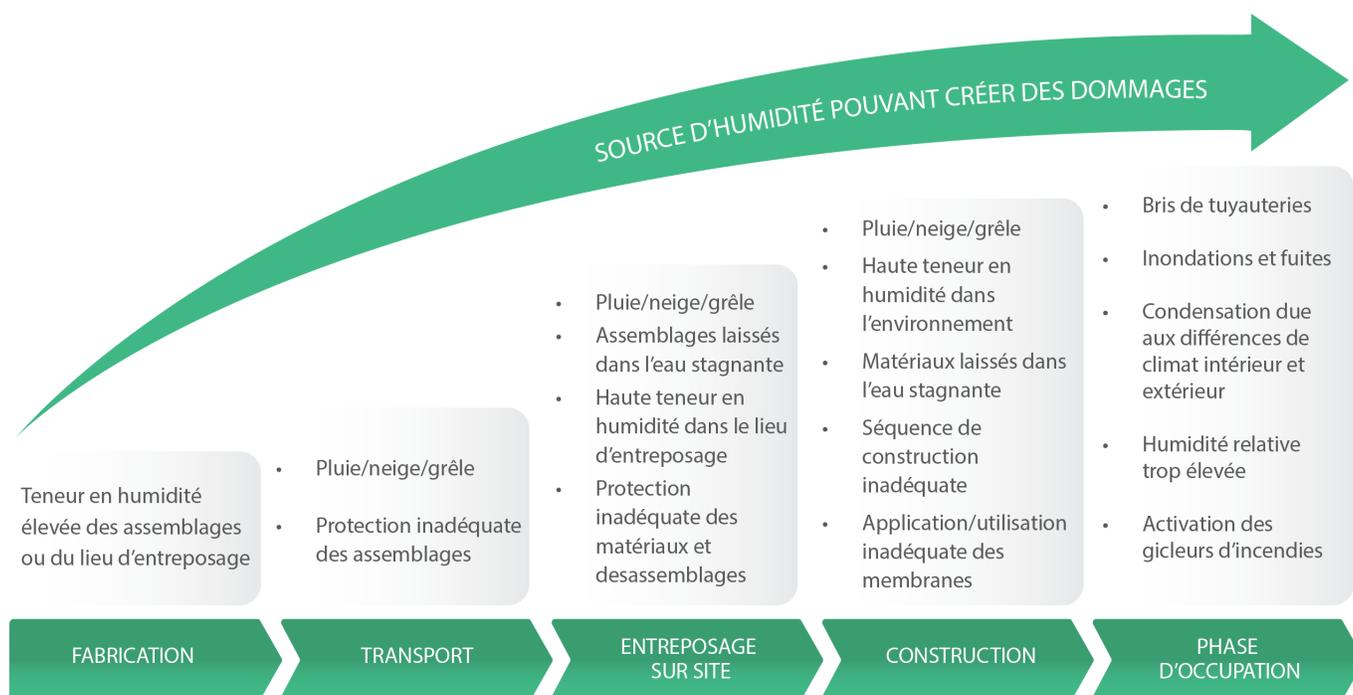


Figure 3. Énumération des différentes sources d'exposition à l'humidité selon les différentes étapes de vie d'un bâtiment, de la fabrication jusqu'à l'utilisation [10,12]

## Niveaux d'exposition à l'eau et à l'humidité

Les niveaux d'exposition à l'eau et à l'humidité déterminent la probabilité que les éléments en bois soient mouillés pendant le transport, l'entreposage et la construction.

En tenant compte des facteurs listés précédemment et en analysant la séquence de construction prévue, il est possible de définir le niveau d'exposition pour chaque système de construction et type d'assemblages. Par exemple, lors de la construction, les murs en panneau ouverts, installés en position verticale, présentent généralement un risque plus faible d'être mouillés sur leur face par d'aussi grande quantité d'eau qu'un plancher installé à l'horizontale. Ainsi, un risque faible à modéré peut être attribué pour les murs. D'ordre général, une fois installés et exposés aux intempéries, les assemblages horizontaux, du fait de leur plus grande susceptibilité à la formation de flaques d'eau et à la nécessité d'avoir des zones de drainage, présentent un risque plus élevé que les assemblages verticaux. Toutefois, les assemblages plus complets comme les murs fermés nécessitent une attention particulière afin d'éviter le mouillage des autres composantes telles que l'isolation et le gypse.

Les trois niveaux d'exposition sont définis au tableau 3 en fonction des éléments de protection présents, de la quantité de précipitations prévues et de la durée d'exposition des éléments à l'eau ou à l'humidité.

### Qu'est-ce que l'humidité excessive?

Niveau d'humidité dans un produit qui provoque un changement dimensionnel, une réduction de la résistance et l'apparition ou l'apparition probable de croissance fongique ou de pourriture.

Des surfaces mouillées ne doivent pas être confondues avec une humidité excessive. Les produits en bois peuvent résister au fait que leurs surfaces soient mouillées temporairement à condition qu'ils soient dans des endroits aérés ou ventilés pour éviter l'exposition prolongée à l'humidité. En effet, l'exposition à l'humidité à long terme ou persistante risque d'être plus problématique pour les éléments en bois massif que la quantité totale d'eau sur une surface. Toutefois, si de l'eau demeure stagnante sur un produit en bois pendant plusieurs jours et qu'elle n'est pas éliminée rapidement, elle peut pénétrer dans le bois, y rester emprisonnée et cela peut créer des problèmes à la structure.

Tableau 3. Les différents niveaux d'exposition d'un bâtiment en construction en fonction des méthodes de protection, à la probabilité de précipitations et la durée d'exposition

Niveaux d'exposition à l'humidité	Présence d'un toit	Présence de toiles et de murs temporaires	Probabilité de précipitations	Durée d'exposition
Niveau 1 – Risque faible	✓	✓	Faible	Limitée
Niveau 2 – Risque modéré	✓	✗	Périodique	Modérée
Niveau 3 – Risque élevée	✗	✗	Importante	Prolongée

Plus un assemblage se voit attribuer un niveau d'exposition élevé, plus il sera nécessaire d'avoir de bonnes stratégies d'atténuation, ou même de penser à revoir la conception de l'assemblage.

## Risques et stratégies d'atténuation en fonction des différents systèmes de construction et types d'assemblage

Chaque système de construction présente des particularités en termes de risques associés à l'humidité et à l'eau et de capacité de séchage. Le tableau 4 liste les risques associés et les stratégies d'atténuation à considérer pour chaque type de construction.

Tableau 4. Risques et stratégies d'atténuation en fonction de différents systèmes de construction

Systèmes de construction	<b>Ossature légère en bois:</b> <b>Panneaux construits sur place et panneaux ouverts</b>
Risques associés à l'humidité et l'eau	<p>Le bois d'œuvre résineux canadien est peu perméable et démontre un risque de mouillage modéré ainsi qu'une capacité de séchage acceptable. Toutefois, une exposition prolongée cause une pénétration profonde de l'eau et le bois aura besoin de plus de temps pour sécher.</p> <p>Le retrait et le gonflement du bois causés par l'humidité et l'eau augmentent considérablement le mouvement différentiel observé dans les charpentes en bois.</p>
Stratégies d'atténuation	<p><b>Mesures d'atténuation de base :</b> protection du bois pendant l'entreposage, optimisation de la logistique de construction, de l'usine au chantier, et le séchage.</p> <p><u>Protection pendant l'entreposage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserver en place les emballages d'origine jusqu'à l'installation</li> <li>• Recouvrir d'une bâche imperméable l'assemblage; si l'emballage est perforé ou ouvert afin d'empêcher la pénétration de la pluie, favoriser le drainage et le séchage</li> <li>• Couper les emballages par le dessous afin de faciliter le drainage</li> <li>• Surélever les assemblages du sol afin d'assurer une circulation d'air</li> <li>• Entreposer les assemblages selon la séquence de construction afin d'assurer une installation efficace et ainsi diminuer les manipulations inutiles</li> </ul>  <p><u>Optimisation de la séquence de construction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioriser une livraison juste à temps pour les éléments en bois lorsque possible</li> <li>• Établir la séquence de construction de façon que le toit et l'enveloppe soient installés le plus rapidement possible</li> <li>• Installer des murs ou toiles temporaires à chaque étage complété</li> <li>• Installer les membranes sur les murs extérieurs le plus rapidement possible</li> <li>• Couvrir les ouvertures telles que les ouvertures de fenêtres avec une feuille de plastique pour une protection temporaire</li> <li>• Installer des bâches sur les planchers supérieurs ou les toits à la fin de journée de travail ou pendant les fins de semaine, en cas de prévision de pluie</li> </ul> <p><u>Séchage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirer rapidement l'eau stagnante, la neige ou la glace sur les éléments et assemblages horizontaux</li> <li>• Favoriser une bonne ventilation par l'utilisation de ventilateurs, de déshumidificateurs ou par chauffage pour accélérer le séchage</li> <li>• Assurer l'installation du toit et des parties extérieures de l'enveloppe avant d'effectuer l'isolation et de «fermer» les murs</li> </ul>

<b>Systèmes de construction</b>	<b>Bois massif</b>
<b>Risques associés à l'humidité et l'eau</b>	<p>Le bois massif a un potentiel de séchage plus faible en comparaison à l'ossature légère en bois. Il est donc plus sensible à l'exposition prolongée à l'eau et l'humidité ce qui nécessite des mesures adéquates afin d'empêcher la pénétration de l'eau en profondeur.</p> <p>L'eau peut facilement être piégée dans les assemblages en bois lamellé-cloué ou de bois de charpente composite qui ont des espaces interconnectés entre les lamelles ou les vides internes.</p> <p>Un mouillage prolongé et le gonflement qui en résulte peut entraîner des difficultés à l'assemblage et la défaillance des connexions.</p> <p>L'encapsulation ou l'emballage du bois massif humide avec des matériaux ou un produit de finition à faible perméance à la vapeur (p. ex., chape de béton, membrane ou isolant) réduit la capacité de séchage et peut induire des problèmes de croissance fongique ou structural.</p>
<b>Stratégies d'atténuation</b>	<p><b>Mesures d'atténuation de base</b> : protection du bois pendant l'entreposage, installation de membranes, optimisation du séquençement de la construction et le séchage</p> <p><b>Mesures d'atténuation avancées</b> : installation de toit temporaire ou permanent.</p> <p><u>Protection des assemblages à la sortie de l'usine et pendant le transport</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer un scellant hydrofuge sur les extrémités/coupes des assemblages en usine, sur demande</li> <li>• Envelopper individuellement les assemblages d'un emballage opaque scellé ou d'une membrane auto-adhésive perméable à la vapeur, lorsque cela est spécifié.</li> </ul> <p><u>Protection pendant l'entreposage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserver les emballages d'origine jusqu'à l'installation</li> <li>• Recouvrir d'une bâche imperméable l'assemblage; si l'emballage est perforé ou ouvert afin d'empêcher la pénétration de la pluie, favoriser le drainage et le séchage</li> <li>• Couper les emballages par le dessous afin de faciliter le drainage</li> <li>• Surélever les assemblages du sol afin d'assurer une circulation d'air</li> <li>• Entreposer les assemblages selon la séquence de construction afin d'assurer une installation efficace</li> </ul> <p><u>Optimisation de la séquence de construction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioriser une livraison juste à temps pour les éléments en bois lorsque possible</li> <li>• Accélérer l'installation des éléments en bois et minimiser le temps d'exposition aux intempéries</li> </ul> <p><u>Protection pendant la construction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ériger, le plus tôt possible, les murs extérieurs et le toit pour protéger l'ensemble de la structure</li> <li>• Protéger la structure intérieure en utilisant autant que possible les éléments du bâtiment existants pour créer une enveloppe étanche</li> <li>• Coller les joints entre les panneaux de plancher et de toit, dès l'installation, afin de réduire le ruissellement de l'eau vers les étages inférieurs</li> <li>• Enlevez rapidement l'eau, la neige et la glace stagnantes sur tous les planchers et toits en bois massif installés</li> <li>• La teneur en humidité est contrôlée avant l'encapsulation des éléments de bois massif (teneur en humidité &lt; 16%)</li> </ul> <p><u>Mesure avancée : Utilisation d'un toit temporaire/permanent</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un toit temporaire peut être installé pour abriter l'ensemble ou une partie de la structure</li> <li>• Une tente mobile, qui est surélevée au fur et à mesure de la construction de chaque étage</li> <li>• Une tente fixe, similaire à celles utilisées dans les rénovations, peut être installée avec des échafaudages et des bâches pour protéger l'installation de la toiture et du revêtement</li> </ul>



<b>Systèmes de construction</b>	<b>Construction modulaire</b>
<b>Risques associés à l'humidité et l'eau</b>	<p>Les produits isolants et membranaires (p.ex., les feuilles de polyéthylène, mousses pulvérisées, isolants en mousse rigide) qui composent les panneaux fermés réduisent considérablement, voire éliminent, la capacité de séchage.</p> <p>Lors du transport, les parties inférieures des modules peuvent ne pas être protégées par des membranes étanches.</p> <p>Lors de l'installation au chantier, l'humidité ou l'eau peuvent être piégées à l'intérieur des assemblages (p. ex., toits, murs, planchers) d'un module et/ou dans les espaces verticaux/horizontaux entre les unités modulaires.</p> <p>Les infiltrations d'eau peuvent notamment endommager la finition intérieure et les isolants installés en usine. Un mouillage prolongé peut provoquer la corrosion des connecteurs métalliques et des changements dimensionnels du bois peuvent rendre l'installation sur site difficile.</p>
<b>Stratégies d'atténuation</b>	<p><u>Protection des assemblages à la sortie de l'usine et pendant le transport</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installer, en usine, une membrane de qualité toiture (impermeabilisation à faible perméance à la vapeur) sur le toit ou le dessus du module</li> <li>• Installer sur chaque côté du module (et si possible sous le module) une membrane étanche à l'eau (pare-intempérie), spécifiée pour les murs extérieurs</li> <li>• Protéger l'intérieur des modules (p. ex., finition, meubles, électroménagers) par une enveloppe ou un emballage</li> </ul> <p><u>Protection pendant l'entreposage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recouvrir les modules d'une bâche ou d'une toile comme protection temporaire afin de protéger la membrane permanente des dommages physiques</li> </ul> <div data-bbox="672 1077 1229 1442" data-label="Image"> </div> <p><u>Protection pendant la construction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relier la membrane extérieure des murs du module à la couche imperméable du toit pour assurer une protection continue</li> <li>• Protéger le bas des modules contre les éclaboussures</li> <li>• Sceller les joints entre les modules après l'installation afin d'assurer une protection continue</li> <li>• Installer les panneaux complètement fermés uniquement par temps sec et rendre l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment étanche dès que possible (recommandation)</li> </ul>

<p><b>Systèmes de construction</b></p>	<p><b>Panneaux fermés</b></p>
<p><b>Risques associés à l'humidité et l'eau</b></p>	<p>Les produits isolants et membranaires (p.ex., les feuilles de polyéthylène, mousses pulvérisées, isolants en mousse rigide) qui composent les panneaux fermés réduisent considérablement, voire éliminent, la capacité de séchage.</p> <p>L'humidité ou l'eau peuvent être piégées à l'intérieur des panneaux.</p> <p>Les matériaux de finition (p. ex., les cloisons sèches) et d'isolation en natte peuvent être endommagés par un seul incident de mouillage.</p>
<p><b>Stratégies d'atténuation</b></p>	<p><u>Protection des assemblages à la sortie de l'usine et pendant le transport</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emballer chaque panneau avec une couche imperméable continue</li> </ul> <p><u>Protection pendant l'entreposage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserver en place les emballages d'origine jusqu'à l'installation</li> <li>• Recouvrir d'une bâche l'assemblage; si l'emballage est perforé ou ouvert afin d'empêcher la pénétration de la pluie, favoriser le drainage et le séchage</li> </ul>  <p><u>Protection pendant la construction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coller les joints entre les panneaux de plancher et de toit, dès l'installation, afin de réduire le ruissellement de l'eau vers les étages inférieurs</li> <li>• Maintenir la continuité de la couche imperméable entre les panneaux muraux fermés</li> <li>• Rabattre et sceller ensemble les membranes d'étanchéités intérieure et extérieure (pare-vapeur et pare-intempéries) sur le dessus des murs pour éviter toute infiltration à l'intérieur des murs (si pas fait en usine)</li> <li>• Installer les panneaux complètement fermés uniquement par temps sec et rendre l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment étanche dès que possible (recommandation)</li> </ul> <p><u>Mesure avancée : Utilisation d'un toit temporaire/permanent</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par temps humide (c.-à-d. pluie, neige abondante), un toit temporaire ou permanent est recommandé pour protéger l'installation de panneaux fermés afin de minimiser le risque d'humidification.</li> </ul>

## Chape de béton

Une chape de béton, d'une épaisseur typique de 38 à 50 mm, est généralement posée sur les planchers en bois afin d'améliorer la séparation coupe-feu et la performance acoustique.

Toutefois, il est important de prendre en considération que le béton fraîchement coulé augmentera l'humidité du bois et cette humidité restera emprisonnée dans l'assemblage. Cet effet sera plus prononcé lors de l'utilisation de bois massif. En effet, le bois massif a une perméance à la vapeur beaucoup plus faible et agit généralement comme un pare-vapeur compte tenu de son épaisseur intrinsèque. Une fois que le bois massif humide est recouvert d'une chape de béton, le béton retient l'humidité et réduit considérablement, voire élimine la capacité de séchage du bois. Par conséquent, les planchers et les toits en bois massif doivent être suffisamment secs (idéalement à une TH inférieure à 16 %) avant l'installation d'une chape de béton humide. De plus, avant l'installation de la chape de béton humide, l'ensemble du plancher/de la toiture doit être le plus étanche possible afin de protéger contre les infiltrations d'eau (p.ex., sceller les ouvertures des fenêtres, les joints entre les assemblages, les attaches au bas des murs, et les ouvertures dans les planchers). L'eau stagnante doit être évitée sur le béton installé afin de limiter les infiltrations d'eau (Figure 4).

Une fois que l'enveloppe du bâtiment est rendue étanche, une chape de béton peut être installée sur un plancher à ossature légère même si le sous-plancher (de contreplaqué ou en panneaux OSB) est encore humide. En effet, les planchers à ossature légère avec un sous-plancher typique en contreplaqué ou en OSB d'environ 15 à 19 mm d'épaisseur ont une capacité de séchage acceptable et sont en mesure de sécher une fois que l'humidité relative est assez basse durant une période prolongée. Réaliser les procédures humides tôt pendant la construction donne plus de temps à la charpente en bois de se stabiliser afin de minimiser les mouvements différentiels verticaux pour l'installation des composants rigides (p. ex., tuyaux durs, revêtement de maçonnerie), de fermer l'enveloppe intérieure et d'installer la finition (isolation, cloisons sèches).

### Scénarios à éviter



Figure 4. Eau stagnante sur chape de béton pendant la construction

### Assemblages composites bois-béton pour plancher et toit

Les assemblages composites bois-béton peuvent être utilisés pour les planchers ou les toits. Toutefois, des mises en garde et des recommandations s'appliquent.

#### Mise en garde:

- Si le bois massif est mouillé avant la coulée du béton, l'humidité contenue dans le béton peut dépasser la capacité de stockage du bois massif, ce qui entraîne des niveaux d'humidité élevés et problématiques à l'interface bois-béton et à l'interface des connexions de cisaillement.
- Si de l'eau supplémentaire est introduite dans le béton après la coulée (par exemple en cas de pluie), l'excès d'humidité finira par atteindre le bois massif sous-jacent.

#### Recommandations:

- Si une dalle de béton est prévue dans la conception, il est important que :
- L'humidité du plancher en bois massif soit inférieure à 16% avant que la dalle soit coulée ou avant que les membranes de protection temporaire ou partielle soient installées).
  - L'utilisation potentielle d'un produit de finition ou d'une membrane, pour protéger le bois massif de l'humidité provenant de la dalle de béton, soit bien réfléchi.

## Toitures et toit-terrasses

Pour les assemblages de toit, de façon générale, un système à membrane résistante (p.ex., une membrane bitumineuse modifiée à deux épaisseurs) est préférable à un système à membranes à une épaisseur, étant donné que le bois et la structure sont plus sujets à la dégradation par une exposition prolongée à l'eau et à l'humidité. De plus, deux aspects sont à prendre en considération, soient l'inclinaison de l'assemblage, et si l'assemblage est un toit conventionnel ou un toit à membrane protégée.

Dans le premier cas, l'absence de pente augmente le risque que l'eau stagne sur la surface, ce qui va augmenter le niveau d'exposition à l'humidité de l'assemblage. Dans ce cas, une membrane de protection contre l'humidité est nécessaire pour protéger de l'humidité lors de la construc-

tion. Celle-ci peut être installée en usine ou sur site. Pour ce qui est d'un assemblage de toit à membrane protégée (toiture inversée), la membrane est appliquée sous l'isolant et le granulat. L'emplacement de la membrane dans cet assemblage nécessite que le toit soit incliné pour favoriser le drainage. L'inclinaison peut être créée par la structure de l'assemblage ou par l'utilisation d'isolant en pente. L'inclinaison du toit permet de limiter l'utilisation de méthodes de protection contre l'humidité plus robustes.

Les assemblages de toit qui sont recouverts d'une membrane avec une faible perméance à la vapeur nécessitent une attention particulière, car ce type de membranes peut emprisonner l'humidité à l'intérieur de l'élément en bois massif, limitant ainsi le séchage.

## Murs (assemblages de mur à isolation fractionnée, avec isolation intérieure ou isolation extérieure)

Généralement, le niveau d'exposition à l'eau et à l'humidité des murs est de niveau 1 ou 2 selon la saison à laquelle les panneaux sont installés et selon les stratégies d'atténuation employées (voir tableau 4). Dans certains cas, si des méthodes inadéquates de protection sont utilisées, un niveau 3 d'exposition peut être considéré lors du transport ou de l'entreposage des éléments. De plus, une attention particulière doit être portée aux joints et aux ouvertures de ces assemblages qui sont exposés car ils représentent un risque plus important au niveau d'infiltration d'eau.

Toutefois, peu importe le niveau d'exposition pendant la phase de construction, la protection contre l'eau et l'humidité des assemblages de mur passe majoritairement par l'application de membranes résistantes à l'eau, appliquées en usine ou en chantier (Figure 5). Les faces extérieures (faces exposées) des murs doivent être protégées le plus rapidement possible avec une membrane résistante à l'eau, de préférence lorsque les panneaux sont secs. Si les membranes sont installées pendant que les panneaux sont humides, il faut s'assurer que le mur ait le temps de sécher avant de fermer le mur par l'intérieur. Le ruissellement de l'eau sur les murs est limité par l'utilisation de drains, de revêtements pare-pluie ou par des solins.



Figure 5. Membrane auto-adhésive perméable à la vapeur d'eau installée sur des murs en bois

### Bonnes pratiques : Quelle protection temporaire faut-il prévoir contre l'eau et l'humidité?

1. Poser une bâche imperméable sur les ouvertures, en veillant à ne pas endommager les finitions qui resteront exposées en service.
2. Appliquer sur les ouvertures et les pénétrations des membranes résistantes à l'eau. Il faut prévoir évacuer toute accumulation d'eau (y compris la neige et la glace) des zones horizontales recouvertes de membranes perméables à la vapeur pendant la construction.
3. Séparer le mur en bois massif des surfaces en béton à l'aide d'une membrane imperméable à la vapeur.
4. Surélever les murs et les colonnes en bois massif d'une hauteur suffisante par rapport au sol et assurer une protection supplémentaire de la base pour empêcher le bois d'absorber l'eau (min. 200 mm).
5. Détourner l'eau qui s'écoule des planchers et des toits à l'aide d'un système de drainage approprié et d'un dispositif de retenue.
6. Éliminer activement l'eau qui s'accumule autour des murs à l'aide d'aspirateurs, de raclettes et d'autres méthodes d'élimination de l'eau.

### Cloison sèche

Les cloisons sèches sont souvent installées sur du bois massif (au plafond, murs, colonnes et poutres) pour assurer la sécurité incendie de la structure (c.-à-d. l'encapsulation) à mesure que le bâtiment s'élève. Les cloisons sèches sont relativement perméables à la vapeur ; mais elles ont un effet considérable sur la vitesse de séchage, en particulier lorsque plusieurs couches sont installées sur du bois massif humide. Les cloisons sèches doivent être installées uniquement sur du bois sec (TH inférieure à 16%) dans des conditions complètement abritées.



Figure 6. À éviter! Installation de cloisons sèches sur un plafond de CLT humide pendant la construction.

### Encapsulation

L'encapsulation des éléments en bois massif avec l'utilisation de gypse ou d'autres matériaux sensibles à l'humidité pour des raisons de protection contre les incendies ou de performance acoustique renforce considérablement la nécessité d'une protection contre l'eau de ces éléments car le bois encapsulé avec de l'eau ou avec une humidité élevée peut créer plus facilement et rapidement de la moisissure et de la pourriture.

**Il est donc critique de procéder à un contrôle de l'humidité avant d'encapsuler les éléments bois.**

### Ventilation

Afin d'améliorer le potentiel de séchage des assemblages de toit, il peut être bénéfique d'inclure des espaces de ventilation. Par exemple, un espace de ventilation intérieur peut être créé entre un panneau de revêtement et le panneau de bois massif tel qu'illustré à la figure 7. Toutefois, il est à noter que ces espaces de ventilation pourraient nécessiter des mesures de protection contre l'incendie conformément au Code National du Bâtiment (CNB).

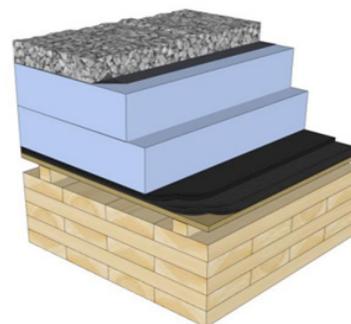


Figure 7. Schéma d'un assemblage de toit incluant un espace de ventilation entre le panneau de revêtement et l'assemblage de bois massif [13]

## Sélection des stratégies de gestion de l'eau et de l'humidité à adopter pendant la phase de construction

Il est important d'identifier rapidement les stratégies de protection contre l'eau et l'humidité qui seront utilisées pour un projet de construction en bois. Les questions suivantes peuvent aider à la sélection des stratégies appropriées au projet :

- Quel est le budget alloué pour la stratégie de la gestion de l'eau et de l'humidité?
- Quelle est la tolérance au risque de ce projet?
- Quelles sont les options qui permettraient d'avoir une protection appropriée?
- La protection choisie est-elle adaptée au type d'assemblage et au site?
- La protection sera-t-elle appliquée à l'usine ou sur site, ou les deux?
- La mise en place et la coordination de ces protections créera-t-elle un délai supplémentaire de construction?
- Quels seront les coûts associés à des retards de construction?
- Quel est le coût des mesures correctives potentielles (sablage, nettoyage, finition additionnelle)?
- Quel est le coût associé à du séchage forcé (chauffage des locaux, déshumidification, ventilation mécanique)?

### Méthodes de protection potentielles en fonction du niveau d'exposition

En tenant compte des exigences du projet, du budget alloué et des coûts associés aux méthodes de protection, deux options sont possibles :

- a. Aucune protection n'est appliquée en usine et des protections seront ajoutées, plus tard, sur le site, si nécessaire.
- b. Des produits de finitions et des membranes peuvent être appliqués en usine sur la totalité de l'assemblage, sur les surfaces ou sur les bouts seulement. Ces méthodes de protection appliquées en usine peuvent être considérées comme des méthodes de protection temporaires ou permanentes selon le type de protection appliqué.

Les différents types de protection sont présentés aux tableaux 5, 6 et 7, selon une efficacité croissante et en fonction du niveau d'exposition à l'humidité (se référer au tableau 3 pour les définitions des niveaux d'exposition).

Une membrane préinstallée peut offrir une protection pratique et économique contre l'eau et l'humidité pendant le transport et la construction. Toutefois, les propriétés de la membrane, en particulier sa perméance à la vapeur et sa résistance mécanique, doivent être soigneusement évaluées pour assurer la meilleure protection possible. La plupart des membranes autocollantes perméables à la vapeur, généralement utilisées comme membranes d'étanchéité des murs extérieurs, ne sont pas en mesure de résister longtemps à l'eau stagnante sur les planchers et les toits. Il ne faut donc pas compter sur ce type de produit pour assurer une protection adéquate pendant une exposition prolongée aux intempéries.

D'autre part, les membranes à faible perméance à la vapeur, telles que les membranes de toiture, ont généralement une bonne résistance à l'eau stagnante, mais elles réduisent, voire éliminent, la capacité de séchage.

Tableau 5. Propriétés et caractéristiques des différents types de protection pour des niveaux d'exposition à l'eau et à l'humidité de niveau 1 à 3 (adapté de [8])

Niveau d'exposition à l'eau et à l'humidité	Types de protection	Propriétés	Action lors d'un évènement humide/mouillé	Prix
<b>Niveau 1</b> Résistant à l'eau - protection limitée	Produit de finition appliqué en couches minces sur les surfaces	<b>Propriétés</b> : hydrofuge, hydrophobe, perméable à la vapeur selon le type de produit, réduit l'absorption de l'eau en surface des assemblages, mais ne limite pas l'accumulation d'eau <b>Limitations</b> : durée de vie limitée <b>Application</b> : généralement en usine	L'eau doit être éliminée immédiatement avec une serpillière, balai-éponge, aspirateur	\$\$
	Scellant (base de cire, acrylique, alkyde) appliqué en couches épaisses pour sceller les bouts	<b>Propriétés</b> : réduit l'absorption d'eau par les bouts des assemblages <b>Limitations</b> : protection court-terme pendant la phase de construction, car facilement dommageable, durée de vie limitée <b>Application</b> : généralement en usine		\$\$
	Revêtement d'OSB + produit de finition barrière résistant à l'eau ou contreplaqué finis	<b>Propriétés</b> : limite le contact avec l'eau et réduit l'absorption d'eau <b>Limitations</b> : non uniforme dû aux joints entre les panneaux de revêtement, durée de vie limitée <b>Application</b> : généralement en usine, utilisé pour panneaux NLT ou DLT		\$\$
	Ruban adhésif ou scellant pour les joints	<b>Propriétés</b> : délestage de l'eau, imperméable à la vapeur ou semi-perméable <b>Limitations</b> : limite le séchage ou rend le séchage impossible selon le produit, adhésion sur le bois humide peut être difficile (le bois doit être à un TH< 16%), peut être endommagée pendant la construction, durée de vie limitée <b>Application</b> : sur site, utilisé pour protéger les joints ou sceller des membranes compatibles		\$
	Membrane non autocollante en feuille	<b>Propriétés</b> : Délestage de l'eau, imperméable à la vapeur ou semi-perméable <b>Limitations</b> : limite le séchage ou rend le séchage impossible selon le produit, pas d'adhérence au substrat, nécessite d'être collée ou fixée temporairement, peut être endommagée pendant la construction ou déplacée si mal fixée; aspect sécurité à prendre en considération <b>Application</b> : sur site, utilisée en cas d'urgence pour une protection court-terme		\$\$
	Membrane pour insonorisation acoustique	<b>Propriétés</b> : Délestage de l'eau, imperméable à la vapeur d'eau <b>Limitations</b> : séchage impossible, l'eau qui s'infiltrera restera emprisonnée, le bois doit être à un TH< 16% avant l'installation, pas d'adhérence au substrat, nécessite d'être collée ou fixée, peut être endommagée pendant la construction, durée de vie limitée <b>Application</b> : sur site, utilisée principalement pour les planchers bois-béton		\$\$\$

Tableau 6. Propriétés et caractéristiques des différents types de protection pour des niveaux d'exposition à l'eau et à l'humidité de niveau 2 (adapté de [8])

Niveau d'exposition à l'eau et à l'humidité	Types de protection	Propriétés	Action lors d'un événement humide/mouillé	Prix
Niveau 2 Délestage d'eau	Revêtement en OSB avec une finition barrière résistante à l'eau appliquée en usine avec joint scellé. Revêtement en bois sur NLT, DLT	<b>Propriétés :</b> La combinaison du revêtement enduit d'un produit résistant à l'eau aide à repousser l'eau à la surface, réduit l'absorption et empêche l'eau de migrer dans les joints entre les panneaux de revêtement <b>Limitations :</b> Manque d'uniformité dû aux joints entre les panneaux, durée de vie limitée; facilement usé par les activités de construction <b>Application :</b> Typiquement installé en usine	Action requise en temps opportun. Limiter l'eau stagnante avec une serpillère, raclette, aspirateur d'atelier	\$\$
	Membrane autocollante, perméable ou semi perméable à la vapeur	<b>Propriétés :</b> perméable ou semi-perméable à la vapeur, pas complètement imperméable, séchage des éléments possible mais limité, autocollée à l'assemblage avec des joints autocollants, peut être utilisée comme barrière à l'air ou résistante à l'eau permanente <b>Limitations :</b> Mince, peut facilement être endommagée lors de la construction, adhésion sur le bois humide peut être difficile (le bois doit être à un TH< 16%) <b>Application :</b> en usine ou sur site, protection temporaire, généralement pour les planchers ou les assemblages de toits exposés à court-terme		\$\$-\$\$\$
	Membrane imperméable à la vapeur autocollante avec joints scellés	<b>Propriétés :</b> Imperméable à la vapeur et à l'eau, ne permet pas le séchage des assemblages, pare vapeur, autocollé au substrat <b>Limitations :</b> peut nécessiter l'utilisation d'un apprêt ou l'utilisation de ruban adhésif supplémentaire, adhésion sur le bois humide peut être difficile (le bois doit être à un TH< 16%), moyennement facile à endommager pendant la construction <b>Application :</b> Installée en usine ou sur site, protection temporaire, généralement pour les assemblages de toit exposés à court-terme, fait partie intégrale de l'assemblage de toit final, utilisée comme barrière à l'air ou résistante à l'eau permanente		\$\$\$
	Membrane insonorisation acoustique imperméable à la vapeur (scellée ou collée)	<b>Propriétés :</b> Imperméable à la vapeur d'eau, ne permet pas le séchage des assemblages, membrane autocollée <b>Limitations :</b> peut nécessiter l'utilisation d'un apprêt ou l'utilisation de ruban adhésif supplémentaire, facilement endommagée durant la construction, adhésion sur le bois humide peut être difficile (le bois doit être à un TH< 16%), membrane acoustique adhérente peut avoir un effet négatif sur les propriétés acoustiques en comparaison aux produits en pose libre <b>Application :</b> sur site, utilisé pour protéger les joints ou sceller des membranes compatibles		\$\$\$

Tableau 7. Propriétés et caractéristiques des différents types de protection pour des niveaux d'exposition à l'eau et à l'humidité de niveau 3 (adapté de [8])

Niveau d'exposition à l'eau et à l'humidité	Types de protection	Propriétés	Action lors d'un événement humide/mouillé	Prix
Niveau 3 Imperméable	Membrane de toiture autocollante imperméable à la vapeur	<b>Propriétés :</b> imperméable à l'eau et la vapeur, pare-vapeur, ne permet pas le séchage des assemblages, autocollé au substrat <b>Limitations :</b> peut nécessiter l'utilisation d'un apprêt, adhésion sur le bois humide peut être difficile (le bois doit être à un TH< 16%), plus difficile à endommager que la membrane semi perméable à la vapeur autocollante <b>Application :</b> Installée en usine (de préférence) ou sur site, les joints sont scellés et soudés à chaud (sur le chantier) ou électriquement (en usine ou sur le chantier), utilisée généralement pour les assemblages de toit exposés à court-terme, fait partie intégrale de l'assemblage de toit final, utilisée comme barrière à l'air, à l'humidité ou résistante à l'eau permanente	Pas d'action immédiate requise. Drainer l'eau d'une façon sécuritaire selon le plan de drainage	\$\$\$\$

## Mesures de protection, sur le site, pour les assemblages en bois massif

Si aucune protection n'est appliquée en usine, il est possible d'appliquer des traitements sur site pendant la construction. Les traitements sont différents et adaptés pour chaque assemblage en bois massif et aux jonctions.

Les tableaux suivants présentent les descriptions de certains types de jonctions et assemblages en bois massif, et des traitements à préconiser pour chacun.

Tableau 8. Protections à installer en fonction des détails de construction de plancher en bois massif (reproduit avec la permission de RDH [8])

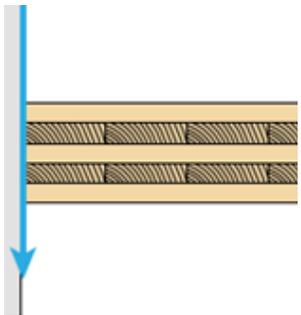
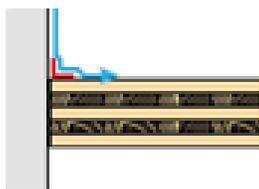
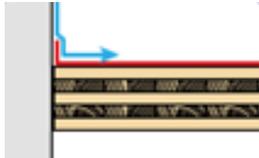
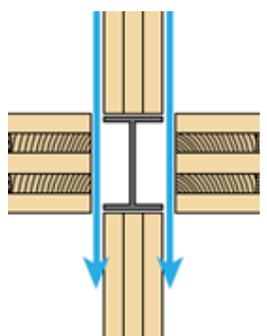
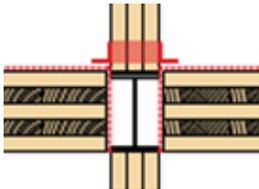
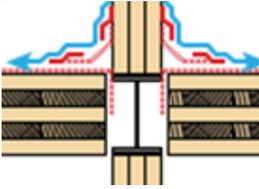
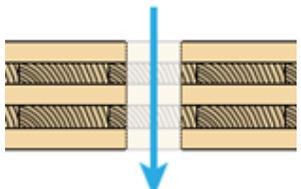
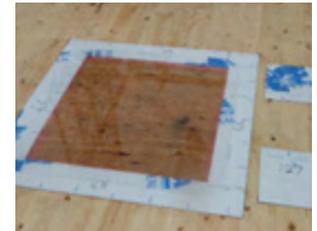
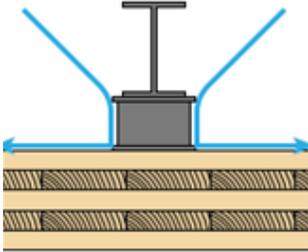
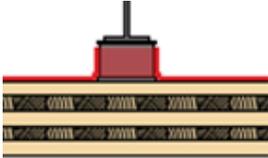
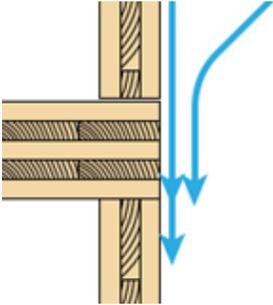
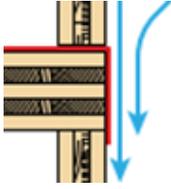
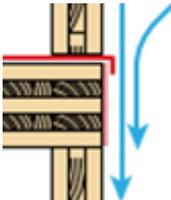
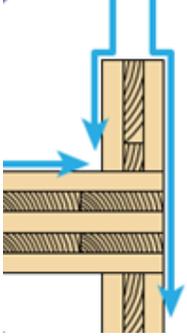
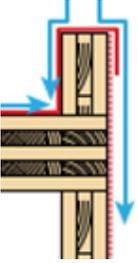
Détails de construction	Protection	Exemples
 <p>Interface verticale à horizontale</p>	 <p>Ruban adhésif</p>	
	 <p>Prolonger la membrane horizontale le long du mur</p>	
 <p>Interface acier colonne bois massif</p>	 <p>Sceller autour de l'ouverture</p>	
	 <p>Tente au niveau de la colonne</p>	
 <p>Ouverture à travers le bois massif</p>	 <p>Contreplaqué et membrane au-dessus de l'ouverture</p>	

Tableau 9. Protections à installer en fonction des détails de construction de toiture en bois massif (reproduit avec la permission de RDH [8])

Détails de construction	Protection	Exemples
 <p data-bbox="164 762 505 789">Interface verticale à horizontale</p>	 <p data-bbox="735 569 889 596">Ruban adhésif</p>  <p data-bbox="672 798 956 856">Prolonger la membrane horizontale le long du mur</p>	 
 <p data-bbox="147 1293 524 1320">Interface acier colonne bois massif</p>	 <p data-bbox="659 1100 967 1127">Sceller autour de l'ouverture</p>  <p data-bbox="651 1375 972 1402">Tente au niveau de la colonne</p>	 
 <p data-bbox="155 1787 516 1814">Ouverture à travers le bois massif</p>	 <p data-bbox="662 1734 964 1793">Contreplaqué et membrane au-dessus de l'ouverture</p>	

## Autres mesures d'atténuation

Pour contrôler les effets causés par la pluie, il est crucial de mettre en place des mesures d'atténuation adéquates. Cette approche peut être résumée par le principe des 4D (en anglais): Deflection, Drainage, Drying and Durable material [11] :

- **Déviation** : Il s'agit de détourner l'eau loin des zones vulnérables du bâtiment, par exemple en utilisant des avant-toits, des auvents ou des gouttières.
- **Drainage** : Assurer un système de drainage efficace pour évacuer l'eau de surface et souterraine. Cela peut inclure des caniveaux, des drains et des pentes appropriées.

- **Séchage** : Permettre au bâtiment de sécher rapidement après une exposition à l'eau. Cela implique une ventilation adéquate, l'utilisation de matériaux perméables à la vapeur et la prévention de l'accumulation d'humidité.
- **Matériaux durables** : Opter pour des matériaux résistants à l'eau et à la décomposition, tels que des bois traités (si possible et au besoin), des barrières pare-vapeur et des revêtements extérieurs appropriés.

En combinant ces aspects de conception, on peut garantir une durabilité à long terme tout en tenant compte des variations de conception, de construction et du vieillissement du bâtiment.

## RÉDACTION DE LA STRATÉGIE DE GESTION DE L'EAU ET DE L'HUMIDITÉ

Réfléchir au type d'assemblages et aux méthodes de protection, durant la phase de conception, permet de prévoir les actions qui seront à prendre, par l'équipe de construction, si des problèmes ou des événements inattendus d'exposition à l'eau surviennent pendant la

construction. Ces points aident aussi à la rédaction d'une stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité complète. La stratégie devrait inclure les documents listés ci-dessous. Les listes de vérification se trouvent à l'annexe I.

Tableau 10. Aide-mémoire des documents qui devraient être inclus dans la stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité

Documents	Description
Plan détaillé de la gestion de l'eau et de l'humidité décrivant toutes les phases : livraison, entreposage et construction (Voir l'exemple en annexe II)	Ce document comprend des croquis ou des détails qui identifient les méthodes de protection employées au niveau des assemblages et des joints spécifiques au projet. Ce document inclut aussi le plan de prise de mesures de l'humidité du bois (tableau 11) ainsi que son suivi. Le plan peut comprendre l'emploi d'une équipe active de contrôle de l'eau sur le chantier et l'utilisation de bâches, de raclours, d'aspirateurs, de systèmes de protection de l'ensemble des bâtiments et d'outils de séchage appropriés.
Plan du site de construction	Ce document comprend un plan du site du projet et indiquera les zones d'entreposage des matériaux. Le plan fournira également d'autres informations pertinentes, telles que l'emplacement de l'humidimètre sur le site (ou à proximité), les pentes, types de sol et les fossés.
Plan d'évacuation de l'eau et de drainage du site de construction	Ce document identifie les voies de drainage à utiliser pour contrôler l'eau sur le site. Ce plan indique où diriger l'eau présente sur le toit et les planchers, où sont localisés les canalisations et les drains, pour chaque étage et le toit. Il comprend aussi des instructions pour l'équipe de gestion active de l'eau sur les méthodes à utiliser pour éliminer l'eau stagnante à l'aide de vadrouilles, de balais-éponges ou d'aspirateurs.
Plan d'urgence	Ce plan définit toutes les activités à réaliser lorsque la teneur en humidité ou le mouillage des assemblages dépasse les valeurs limites établies afin de réduire les risques et peut aussi inclure une gestion active des risques anticipés et inattendus
Listes de vérification	Voir l'annexe I

## EXÉCUTION ET SURVEILLANCE DE LA STRATÉGIE DE GESTION DE L'EAU ET DE L'HUMIDITÉ

C'est à cette étape que l'équipe se retrouve sur le site du projet pour vérifier si le plan de gestion de l'eau et de l'humidité est appliqué comme il a été conçu. L'équipe vérifie également que les changements apportés pendant la phase de construction – tels que le calendrier, la disponibilité des ressources humaines et matérielles, et les conditions climatiques saisonnières – correspondent aux éléments anticipés qui ont orienté les choix durant la phase de conception. Cette étape peut servir aussi à détecter si une mesure d'atténuation particulière ne fonctionne pas correctement et nécessite un ajustement, un remplacement ou un renforcement.

Si des événements imprévus surviennent et que la teneur en humidité des assemblages en bois massif dépasse les limites établies, le plan d'urgence est mis en place. Ce plan

d'urgence inclus des stratégies temporaires et immédiates d'évacuation de l'eau telles que l'installation de bâches, de tentes ou l'emploi de séchage mécanique.

Tout au long de la phase de construction, il est nécessaire de surveiller et d'évaluer l'efficacité du plan de gestion de l'humidité en effectuant des vérifications régulières à l'aide d'outils de mesure de l'humidité du bois et d'évaluations qualitatives. Les mesures doivent se concentrer sur les endroits à fort potentiel d'être mouillés, tels que le bas des murs et colonnes, près des connexions et aux extrémités des assemblages, afin de fournir des informations précises permettant de prendre des décisions concernant la protection contre l'humidité et l'utilisation du séchage forcé, au besoin.

### Suivi de la teneur en humidité des assemblages

Dans le cadre du plan de prise de mesures d'humidité, la teneur en humidité du bois doit être mesurée et surveillée durant toute la durée du projet afin d'aider à prendre des

décisions éclairées sur les besoins de protection et de séchage. Le tableau 11 présente les teneurs en humidité cibles en fonction des différents climats canadiens.

Tableau 11. Plages de teneur en humidité à l'équilibre (THE) du bois selon différents climats (tiré de [14], tableau 5.3)

Localisation au Canada		THE moyenne (%)	THE en hiver (%)	THE en été (%)
Côte Ouest	À l'intérieur	10 – 11	8	12
	À l'abri, à l'extérieur	15 – 16	18	13
Prairies	À l'intérieur	6 – 7	5	8
	À l'abri, à l'extérieur	11 – 12	12	10
Est (Québec, Ontario)	À l'intérieur	7 – 8	5	10
	À l'abri, à l'extérieur	13 – 14	17	10
Maritimes	À l'intérieur	8 – 9	7	10
	À l'abri, à l'extérieur	14 – 15	19	12

## Utilisation d'un humidimètre portatif

La teneur en humidité des assemblages en bois est le plus souvent suivie et mesurée à l'aide d'un humidimètre portatif. Cette technique se base sur la résistance électrique, en ohm ( $\Omega$ ), d'une pièce de bois entre deux électrodes distancées d'environ 25 mm dans la direction longitudinale du fil du bois. Toutefois, la teneur en humidité ne donne aucune indication de la santé d'une pièce de bois, mais il est généralement acquis qu'une humidité inférieure à 19 % n'est pas propice au développement de champignons et éventuellement de pourriture. Au-delà de cette valeur d'humidité, sur une période plus ou moins prolongée, la dégradation est probable. Il existe plusieurs fournisseurs d'équipement qui permettent de mesurer la teneur en humidité d'une pièce de bois en fonction de la résistance électrique. Néanmoins, certains fournisseurs n'intègrent pas de facteurs de correction liés à l'essence et à la température du bois. Il est primordial de tenir compte de ces deux facteurs, car ils peuvent grandement influencer la résistance électrique à une teneur en humidité donnée, donc fausser les lectures prises en chantier.

Le protocole d'utilisation de l'appareil Delmhorst RDM-3 est comme suit :

1. Allumer l'appareil en appuyant deux secondes sur le bouton «select » (bouton central). À partir du menu principal, utiliser la flèche pour sélectionner le mode « bois » et ensuite sélectionner l'essence des assemblages. Il est important de bien sélectionner l'essence de bois, car l'appareil fait une correction en fonction de l'essence. Par défaut, l'appareil est normalement réglé sur le sapin de Douglas (essence peu commune en construction au Québec).
2. Entrer la température de la pièce dans l'appareil. Si la mesure est prise à l'intérieur, choisir la température ambiante.
3. Selon le type d'assemblage, les électrodes doivent être insérées à des endroits différents.
4. Insérer complètement les électrodes dans l'assemblage, parallèlement au fil du bois et perpendiculairement à la pièce. À noter que la longueur des électrodes peut différer d'un appareil à l'autre. Par exemple, sur l'appareil Delmhorst RDM-3, un marteau et des électrodes de 75 mm (trois pouces) sont disponibles. Il est recommandé de toujours utiliser la même longueur d'électrodes.

**!! ATTENTION DE NE PAS INSÉRER LES ÉLECTRODES DANS UN JOINT DE COLLE OU UN NŒUD !!**

**!! CET APPAREIL NE PREND PAS DE MESURES FIABLES DANS LES PANNEAUX OSB, DE CONTREPLAQUÉ ET BOIS COMPOSITE !!**

### Avantages

Utilisation très simple. La teneur en humidité ne donne pas d'indication de la santé de la structure, mais la lecture permet de prendre la décision de passer à une autre étape d'installation, comme celle d'encapsuler l'assemblage en bois.

### Inconvénients

La teneur en humidité ne donne pas d'indication sur l'état actuel de la structure. De plus, la relation entre la résistance électrique et la teneur en humidité n'est pas parfaite.

### Utilisation d'une caméra infrarouge

En complément aux mesures d'humidité avec l'humidimètre, une caméra infrarouge peut être utilisée pendant les inspections pour identifier rapidement les zones où la surface est très humide [16]. La caméra fonctionne en mesurant avec précision la température de surface d'un objet en détectant l'énergie infrarouge (chaleur) qu'il émet. Plus la température de surface est élevée, plus le rayonnement infrarouge émis par l'objet est important. Différents matériaux ont des caractéristiques thermiques

différentes (par exemple, température corporelle, conductivité thermique, réflexion et émission) et par conséquent une imagerie infrarouge différente. Pour des assemblages en bois, les zones humides se différencient généralement (couleurs bleues, étant plus froides) des zones sèches (couleurs rouges, étant relativement chaudes) dans une image infrarouge, en raison de la température réduite résultant de l'évaporation de l'humidité (voir figure 8).

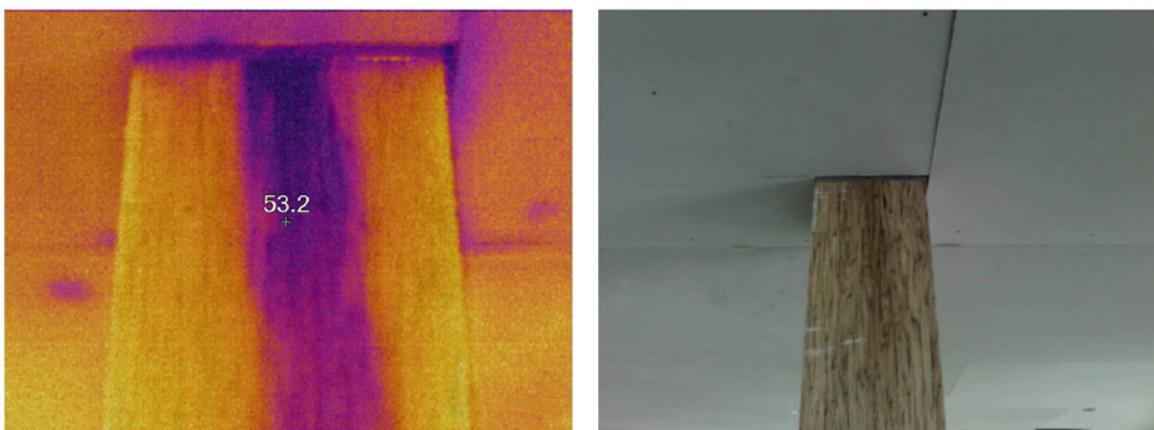


Figure 8. Bois composite de type PSL mouillé après de fortes pluies (à gauche : image infrarouge ; à droite : image en lumière visible) [16]

#### Avantages

Utilisation très simple, rapide et mesure non-destructive. Technologie adaptée pour les bois composites (OSB, Contreplaqué, SCL).

#### Inconvénients

Cet appareil montre seulement les zones humides en surface et non en profondeur. Il est donc important, que lorsque des zones humides sont détectées, des mesures à l'aide de l'humidimètre portatif devraient être prises également. Toutefois, dans le cas de bois composite, l'utilisation d'humidimètre n'est pas adaptée.

### Suivi de l'humidité durant la vie en service

Des capteurs d'humidité peuvent être installés dans les assemblages en bois afin de surveiller les changements d'humidité tout au long de la vie en service du bâtiment. Par ailleurs, quelques entreprises fournissent de l'équipe-

ment qui permettent de surveiller en continu la teneur en humidité. Les plus connues sont OmniSense, SMT Research, WoodSense et FPIInnovations.

## REMARQUES FINALES

Le bois présente des vulnérabilités à l'eau et à l'humidité qui diffèrent de celles des autres matériaux de construction courants. Une bonne stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité doit être développée en amont en fonction de l'analyse de risque, des niveaux d'exposition à l'eau et à l'humidité prévus et des types d'assemblages utilisés pour construire le bâtiment. Elle doit aussi prendre en considération les besoins du projet, la tolérance aux risques ainsi que le budget alloué. Le plus tôt dans la conception la stratégie sera réfléchi et plus l'équipe sera outillée. Les assemblages se doivent d'être protégés et conçus pour sécher, au cas où des événements de grande humidité et de mouillage se produiraient pendant la construction ou en service.

En conclusion, la meilleure méthode pour assurer une construction en bois durable consiste, avant toutes choses, à prévoir et à empêcher l'accumulation excessive d'humidité et d'eau, et d'assurer un séchage contrôlé du bois mouillé pendant la construction et la phase d'occupation. Une validation de la teneur en humidité avant l'encapsulation permettra à l'équipe de construction d'assurer la pérennité des assemblages à long terme.

## ANNEXE I – LISTES DE VÉRIFICATION

Cette annexe contient les listes de vérification à compléter à chaque phase de conception et de construction ainsi que pour les éléments à contrôler hebdomadairement.

### Liste de vérification pour la phase de conception

- Réaliser l'analyse de risques
- Définir le niveau d'exposition pour chaque type d'assemblages
- Sélectionner les méthodes de protection (en usine ou sur site) selon les types d'assemblages et du budget
- Minimiser le risque relié à l'humidité excessive et évaluer la facilité de séchage des éléments pendant la conception
- Éviter les toits plats sans pentes minimales, les chutes peu profondes et les gouttières plates pendant la conception
- Considérer le risque d'inondations et la résilience de la conception
- Prévoir l'accessibilité de la tuyauterie de service
- Prévoir des trous d'évacuation si nécessaire

### Liste de vérification pour la pré-livraison (pour le manufacturier)

- Fournir les instructions pour l'entreposage et la manutention des assemblages
- Vérifier que les méthodes de protection appliquées sur les assemblages sont telles que spécifiées
- Emballer individuellement chaque assemblage d'un film opaque, collé et fixé, ou d'une membrane autocollante

### Liste de vérification pour la livraison

- Vérifier que tous les assemblages sont tel que spécifié, en bon état et emballés
- Contrôler la TH des assemblages  
La teneur en humidité devrait être de 16% maximum; si la teneur en humidité est plus élevée contacter le responsable : \_\_\_\_\_

### Liste de vérification pour l'entreposage

- Conserver les emballages d'origines jusqu'à l'installation  
Si l'emballage est perforé ou ouvert, il doit être recouvert
- Surélever les assemblages du sol et faciliter le ruissellement
- Entreposer les assemblages selon la séquence de construction

## Liste de vérification pour la phase de construction

Remettre et expliquer les plans suivants à l'équipe

- Plan détaillé de toutes les étapes de la stratégie de gestion de l'eau
- Plan du site
- Plan d'évacuation de l'eau et de drainage
- Plan d'urgence

Établir la séquence de construction afin que le toit et l'enceinte soient installés le plus rapidement possible

Vérifier que les méthodes de protection sont appliquées telles que décrites dans le plan détaillé de la stratégie de gestion de l'eau

Sceller les joints et les ouvertures avec du ruban autocollant tel que décrit dans le plan détaillé de la stratégie de gestion de l'eau

Vérifier que les mécanismes de dérivation de l'eau sont bien en place tels que décrit dans le plan détaillé de la stratégie de gestion de l'eau

Vérifier que la ventilation est utilisée telle que décrit dans le plan détaillé de la stratégie de gestion de l'eau

Installer les moyens de protection contre les intempéries, pour les éléments vulnérables

- o Palissade ou enveloppe temporaire en toile à chaque étage complété
- o Installer des bâches sur les planchers supérieurs ou les toits, à la fin de journée de travail ou pendant les pauses de fin de semaine, en cas de prévision de pluie

Contrôler l'état, l'humidité et la mouillabilité des assemblages après un épisode de pluie

Enlever rapidement l'eau stagnante, la neige et la glace des planchers et des toits tels que décrit dans Plan d'évacuation de l'eau et de drainage

Installer les éléments de drainage tels que décrit dans le Plan d'évacuation de l'eau et de drainage

Mettre en place le Plan d'urgence si la TH des assemblages est supérieure aux limites établies

Contrôler la TH avant l'encapsulation des éléments de bois (TH < 16%)

## Liste de vérification hebdomadaire

Assurer un suivi des prévisions météorologiques

Vérifier l'état et l'efficacité des membranes

Vérifier l'état des assemblages

Suivre l'humidité des assemblages tel que décrit dans le Plan

## ANNEXE II – PLAN DÉTAILLÉ DE LA STRATÉGIE DE GESTION DE L'EAU ET DE L'HUMIDITÉ SUR SITE

### 1. LIVRAISON

*Identifier la séquence de livraison et s'il y a de la livraison « juste à temps »  
Se référer à la liste de vérification « à la livraison »*

### 2. ENTREPOSAGE

*Identifier les lieux d'entreposage et les consignes adaptées à ceux-ci  
Se référer à la liste de vérification « entreposage »*

### 3. INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LES MÉTHODES DE PROTECTION

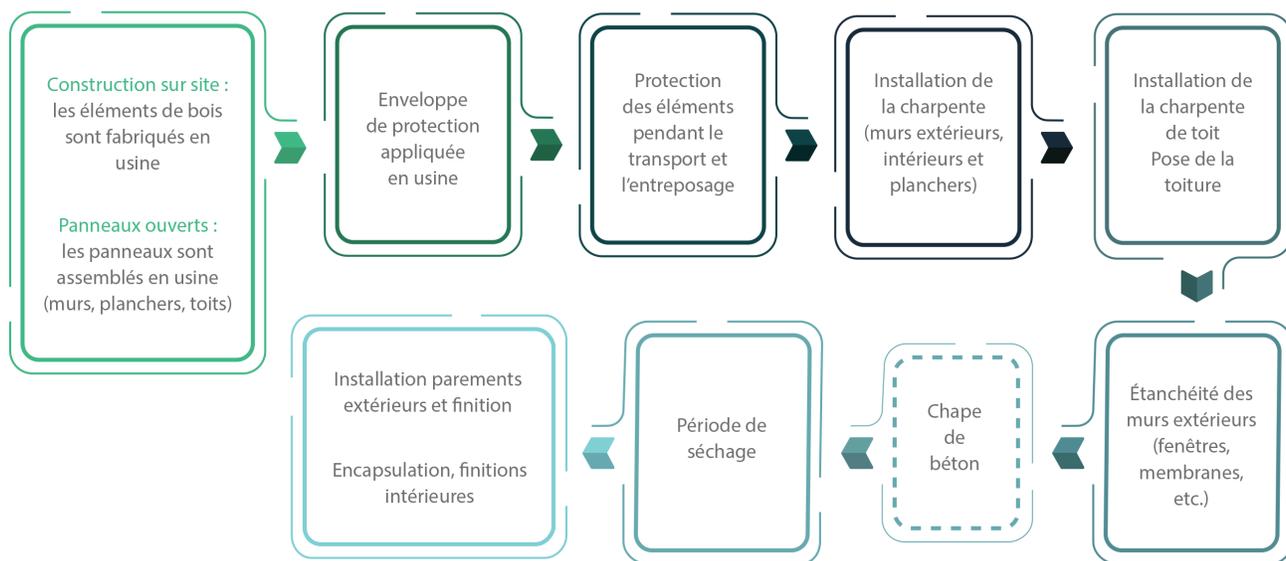
*Identifier les mesures de protection générales telles que l'utilisation de murs temporaires, bâches, etc.  
Fournir des croquis ou des détails qui identifient les méthodes de protection employées au niveau des assemblages et des joints spécifiques  
Établir la séquence d'installation des méthodes de protection (installation des membranes adhésives, membrane de toiture, etc.)  
Se référer au plan de prise de mesures de l'humidité, au plan d'évacuation de l'eau et de drainage, et au plan d'urgence*

### 4. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

*Fréquence de la complétion des listes de vérification*

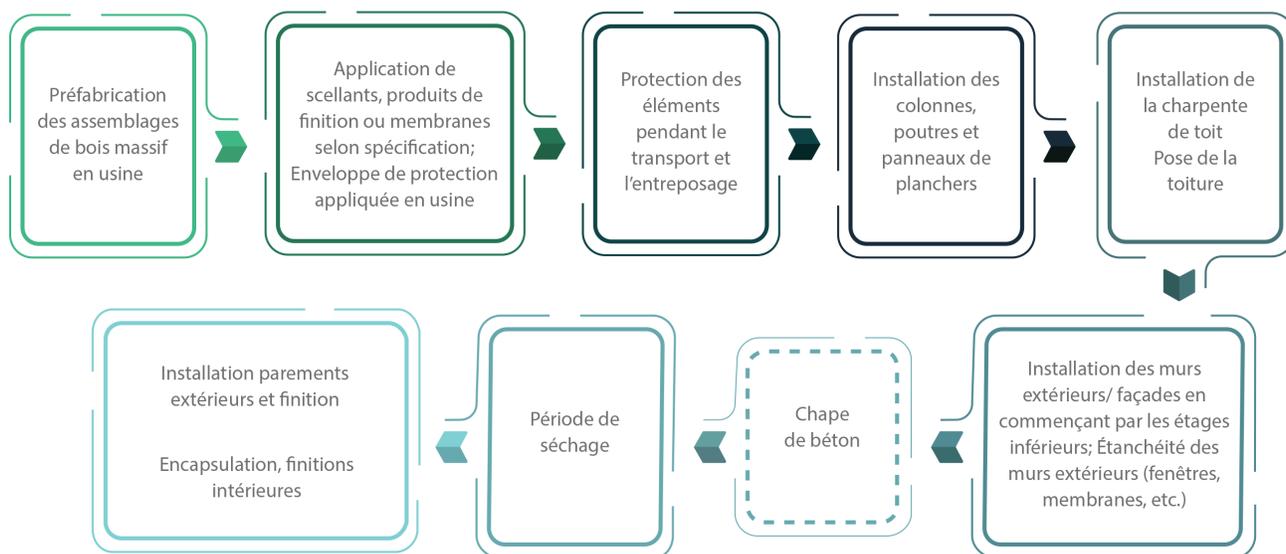
## ANNEXE III – SÉQUENCE DE CONSTRUCTION

### SÉQUENCÉMENT DE CONSTRUCTION – OSSATURE LÉGÈRE EN BOIS



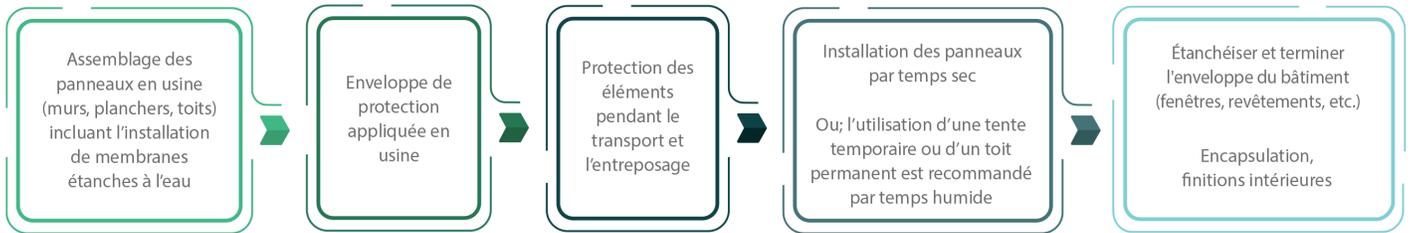
Séquencément de construction pour charpente en ossature légère en bois pour une meilleure protection contre l'humidité sur site (WRB : barrière résistante à l'eau).

### SÉQUENCÉMENT DE CONSTRUCTION – BOIS MASSIF



Séquencément pour la construction en bois massif pour une meilleure protection contre l'humidité sur site

## SÉQUENCEMENT DE CONSTRUCTION – PANNEAUX FERMÉS



Séquencement pour la construction avec panneaux fermés pour une meilleure protection contre l'humidité sur site

## SÉQUENCEMENT DE CONSTRUCTION – CONSTRUCTION MODULAIRE



Séquencement pour la construction modulaire pour une meilleure protection contre l'humidité sur site

## Références

- [1] Forest Products Laboratory, Guide du bois – Le bois en tant que matériau d'ingénierie. Rapport technique général FPL-GTR-113, U.S Department of Agriculture, Forest Service, Madison, WI, 2010.
- [2] Syed, M. T., Identifying mass timber research priorities barriers to adoption and engineering procurement and construction challenges in Canada, Mémoire de maîtrise, Université de Toronto, Canada, 2020.
- [3] Canadian Wood Council (CWC), Managing Moisture and Wood. Building Performance Series, No. 6. Ottawa, Canada, 2004.
- [4] Wang, J.Y., A Guide for On-site Moisture Management of Wood Construction. FPIinnovations report to Natural Resources Canada and BC Housing. British Columbia, Canada, 2016.
- [5] Wang, J.Y., Construction Moisture Management – Cross-Laminated Timber. FPIinnovations, British Columbia, Canada, 2020.
- [6] Wang, J.Y., Construction Moisture Management – Nail-Laminated Timber. FPIinnovations, British Columbia, Canada, 2020.
- [7] Wang, J.Y., Construction Moisture Management – Concrete Topping and Construction Moisture on Cross-Laminated Timber. FPIinnovations, British Columbia, Canada, 2020.
- [8] RDH Building Science, Moisture risk management strategies for mass timber buildings. A Guide for Designers, Construction Professionals, and Building Developers, version 2.1., 2022, 41 pages.
- [9] Finnish Standards Association, SFS 5978 Execution of timber structures, rules for load-bearing structures of buildings. Finnish Standards Association, Confederation of Finnish Construction Industries, RT, Finland, 2012.
- [10] Structural Timber Association (STA), Moisture management strategy: Process guidance for structural timber buildings, Version 1.0, Alloa, Royaume-Uni, 2022.
- [11] Hazleden, D. G. and Morris, P. I., Designing for durable wood construction: the 4 Ds, 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components, May 30 - June 3 1999, Vancouver, Canada.
- [12] Shirmohammadi, M., Leggate, W., Redman, A., Effects of moisture ingress and egress on the performance and service life of mass timber products in buildings: a review, Construction and building materials, 2021, 290, 123176.
- [13] Karacabeyli, E., Lum C., et al. (2022), Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada, 2eme Édition, FPIinnovations, Canada
- [14] Canadian Wood Council (CWC), Introduction to Wood Design. Ottawa, Canada, 2005.
- [15] Ingénéco Technologies, Construction bois et gestion de l'humidité en phase chantier, Version condensée- Mémento Chantier, 2020, France, 104 pages.
- [16] Wang, J.Y et T. Thomas, Assessment of construction moisture risk for mass timber components in Brock Commons Phase I Project. Report to Natural Resources Canada, FPIinnovations, British Columbia, Canada, 2016.

### Pour plus d'information

Gabrielle Boivin, Ph.D.  
Scientifique sénior  
Matériaux bois avancés, bioproducts  
gabrielle.boivin@fpinnovations.ca

Diane Schorr, Ph.D.  
Scientifique senior  
Matériaux bois avancés, bioproducts  
diane.schorr@fpinnovations.ca

Jieying Wang, Ph.D.  
Scientifique sénior  
Systèmes de construction  
jieying.wang@fpinnovations.ca

Suivez nous

[web.fpinnovations.ca](http://web.fpinnovations.ca)

Info

ISBN 978-0-86488-629-3  
2025

[web.fpinnovations.ca](http://web.fpinnovations.ca)



570, boul. Saint-Jean  
Pointe-Claire (Québec)  
H9R 3J9