

Bâtiments municipaux **en bois**

Guide à l'intention des municipalités



cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

cecobois remercie Ressources naturelles Canada et le ministère
des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
pour leur contribution financière à la réalisation de ce guide.



Avant-propos

Ce guide se veut un outil de référence pour aider les municipalités à accroître l'utilisation du matériau bois dans leurs bâtiments et infrastructures. Il a pour but de démystifier les possibilités, les bénéfices et les bonnes pratiques d'utilisation du bois dans les constructions en plus de présenter des exemples de projets réalisés par des municipalités québécoises.

Équipe de rédaction

- Simon Thibault Bellavance, conseiller technique, **cecobois**
- Cynthia Bolduc-Guay, conseillère en communication, **cecobois**
- Mathieu Lauriault, stagiaire, **cecobois**
- Gérald Beaulieu, directeur, **cecobois**

Remerciements

L'équipe de rédaction souhaite remercier les spécialistes suivants pour leurs commentaires constructifs sur certains aspects techniques de ce guide :

- Guillaume Bédard-Blanchet, Art Massif ;
- Kim Lajoie, DaVinci Structures ;
- Richard Poirier, **cecobois** ;
- François Chaurette, **cecobois**.

cecobois souhaite également remercier les municipalités ayant soumis un bâtiment en bois à son recensement effectué à l'été 2018. Les informations recueillies ont été très utiles à l'élaboration de la seconde partie de ce guide.

Mises en garde

Bien que ce guide ait été conçu avec la plus grande exactitude possible, **cecobois** n'est nullement responsable des erreurs ou omissions pouvant découler de l'usage du présent guide. Il est complémentaire aux codes et normes, mais ne remplace aucunement ceux-ci. Aussi, bien que ce guide illustre certaines bonnes pratiques d'utilisation du bois dans la construction municipale, ces informations présentées de manière globale afin de faciliter la compréhension du lecteur ne sont pas complètes et ne peuvent donc pas être utilisées telles quelles sans le recours aux services d'un professionnel du bâtiment qualifié. Toute personne utilisant ce guide en assume donc pleinement tous les risques et les responsabilités. Toute suggestion visant l'amélioration de notre documentation sera grandement appréciée et considérée dans les versions futures.

Table des matières

Avant-propos	i
Équipe de rédaction	i
Remerciements	i
Mises en garde	i
Table des matières	ii
1 Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois	1
2 Accroître l'utilisation du bois dans la construction : le contexte québécois	2
3 Les municipalités : un rôle important à jouer dans la construction en bois	2
4 Pourquoi construire en bois ?	3
4.1 Le bois, une solution plus écologique	4
4.1.1 Un matériau issu d'une ressource renouvelable et gérée de manière durable	4
4.1.2 Un matériau produit et récolté localement	4
4.1.3 Un matériau qui séquestre le carbone	6
4.1.4 Un matériau peu émetteur de GES	7
4.1.5 Un matériau avantageux en regard de l'analyse du cycle de vie des bâtiments	7
4.2 Le bois, une solution flexible et polyvalente	9
4.2.1 Le poids plume des matériaux de construction	10
4.2.2 Un matériau permettant d'atteindre de grandes portées	11
4.2.3 Différents produits pour différents besoins	12
4.3 Le bois, une solution économique et rentable	12
4.3.1 L'ossature légère en bois, hautement économique	12
4.3.2 Une installation simplifiée et rapide au chantier	12
4.3.3 Une économie au niveau des fondations	13
4.3.4 Une isolation thermique supérieure	13
4.3.5 Une réduction des éléments de finition	13
4.4 Le bois, pour un confort et une esthétique accrue	14
4.4.1 Le bois, un matériau biophilique	14
4.4.2 Un excellent confort acoustique	14
4.4.3 Un meilleur confort thermique	15
4.5 Le bois, un matériau durable qui traverse le temps	16
4.6 Le bois, un matériau sécuritaire	17
4.6.1 Un bon degré de résistance au feu	17
4.6.2 Des bâtiments sécuritaires	18

Produits et systèmes structuraux en bois	19
5 Des systèmes pour tous les usages	20
5.1 L'ossature légère	20
5.2 Poteaux-poutres	24
5.3 Panneaux en bois massifs	26
5.4 Structures hybrides en bois	27
5.5 Structures hybrides (acier-bois, bois-béton)	28
6 Parements en bois	29
Détails de conception, durabilité et protection	31
7 La durabilité : une question de conception bien pensée	32
7.1 Propriétés du bois à connaître et détails	32
7.1.1 Le bois et l'humidité	32
7.1.2 La résistance au feu	34
7.1.3 Le bois et le confort acoustique	36
8 Assurer la durabilité des éléments extérieurs en bois	37
8.1 Reconnaître les signes de dégradation du bois	37
8.2 Protection des éléments intérieurs	38
8.3 Protection des éléments extérieurs	38
8.3.1 Les éléments structuraux extérieurs	39
8.3.2 Les parements extérieurs en bois	40
8.3.3 Les terrasses et les clôtures	41
8.4 Produits de protection	42
8.4.1 Produits pénétrants	43
8.4.2 Produits filmogènes	44
Mise en œuvre	45
9 Codes et normes applicables	46
9.1 Les possibilités du Code	46
9.2 Solution de rechange	48
10 Estimation des coûts	48
11 Comment prescrire le bois dans un projet	51
11.1 Le Programme fonctionnel technique	51
11.2 Le Devis technique	51
12 Des projets en bois inspirants	56
13 Références	97

1 Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois

La mission du Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (**cecobois**) est d'offrir gratuitement un soutien technique aux promoteurs, développeurs et firmes d'ingénieurs et d'architectes en matière d'utilisation du bois dans les constructions non résidentielles au Québec.

cecobois est votre ressource première afin d'obtenir:

- des références sur les produits du bois, leurs propriétés et les fournisseurs ;
- des conseils techniques en matière de faisabilité d'utilisation du bois dans les projets commerciaux ;
- des renseignements et des services sur des solutions constructives en bois.

Nos services:

Un accompagnement technique gratuit pour la conception de projets commerciaux, industriels institutionnels et multirésidentiels.



Des formations dédiées aux professionnels du bâtiment, éligibles aux crédits de formation continue de l'Ordre des architectes du Québec et de l'Ordre des ingénieurs du Québec.



Des études de cas et un répertoire de projets pour s'inspirer et découvrir les possibilités du matériau bois.



Un répertoire de fournisseurs pour trouver des fabricants de produits en bois ou des entreprises de services dans le domaine.

Des publications techniques pour calculer et concevoir des structures en bois durables et conformes au Code du bâtiment du Québec.



Des fiches techniques sur les différents produits en bois disponibles.



Des outils de calcul pour vous aider dans le prédimensionnement des éléments de structure.



Un journal et une infolettre pour vous tenir informé de l'actualité dans le domaine de la construction en bois.

Contactez notre équipe dès les premières étapes de conception de votre projet.

En plus de vous renseigner gratuitement sur les codes et normes applicables, nos conseillers techniques peuvent évaluer avec vous les solutions en bois les mieux adaptées à votre projet.

Visitez notre site Internet : cecobois.com



2 Accroître l'utilisation du bois dans la construction : le contexte québécois

Le gouvernement québécois reconnaît officiellement depuis 2015 que l'utilisation du bois dans les bâtiments est bénéfique pour le Québec. Comme la construction en bois était souvent négligée avant même que le projet ne débute, le gouvernement québécois a décidé de prêcher par l'exemple. Dans la Charte du bois [2], il exige que pour tous les projets financés en tout ou en partie par des fonds publics, l'option bois soit évaluée à l'étape d'avant-projet. De plus, le gestionnaire de projet est responsable d'effectuer une analyse comparative des émissions de gaz à effet de serre pour les différents matériaux. Ce faisant, le gouvernement espère stimuler l'engouement pour la construction en bois.

En 2017, le gouvernement canadien a lancé le Programme de construction verte en bois (CVBois) [3] favorisant la construction en bois massif « [...] dans le but d'encourager l'utilisation à long terme du bois dans des projets de construction pour lesquels le bois n'est pas le choix spontané, par exemple les bâtiments de grande hauteur, de faible hauteur et les ponts. » Cette initiative canadienne « s'inscrit dans la volonté du gouvernement de faire du Canada un chef de file de l'économie mondiale sobre en carbone. »

La volonté des municipalités d'intégrer plus de bois dans leurs infrastructures s'inscrit donc dans cette suite logique, ce qui en fait le troisième palier de décideurs à s'engager en ce sens

3 Les municipalités : un rôle important à jouer dans la construction en bois

Un des rôles majeurs des municipalités québécoises est d'offrir à leur communauté des infrastructures de qualité qui répondent aux besoins de services à la population, mais aussi aux besoins de lieux récréatifs et rassembleurs. Parmi ces infrastructures, on retrouve les bibliothèques, les casernes de pompiers, les piscines, les arénas, les centres communautaires, les usines de traitement des eaux, les hôtels de ville et autres bâtiments de services. Ces différents bâtiments sont la propriété et la responsabilité de la municipalité en question, en plus de faire partie intégrante de l'identité de celle-ci. Il est donc important que ces bâtiments projettent une image qui reflète les valeurs de la municipalité.

Dans cette optique, il est primordial de bien réfléchir la conception d'un bâtiment municipal, car les choix de l'équipe de projet auront un impact à long terme

sur l'image de la municipalité et la qualité de vie de ses citoyens. Si la fonctionnalité et l'esthétique du bâtiment sont vite jugées par les citoyens, le choix des matériaux utilisés peut lui aussi avoir une influence considérable sur la réaction du public face à celui-ci. Au Québec, l'acier et le béton sont les matériaux les plus utilisés dans les constructions commerciales. Cependant, depuis quelques années, de plus en plus de bâtiments en bois font leur apparition.

L'utilisation du bois n'est pas une tendance passagère, mais une évolution du marché de la construction vers un matériau aux multiples vertus. Cette évolution est notamment justifiée par une conscientisation environnementale de la population québécoise. De plus, en privilégiant un matériau récolté et produit localement, les municipalités soutiennent l'économie forestière régionale du Québec.



4 Pourquoi construire en bois ?

Parce que le bois...

- ... Réduit l'**empreinte environnementale** des bâtiments ;
- ... Est un **matériau polyvalent** offrant une grande **flexibilité de conception** ;
- ... Peut s'avérer une solution **économique et rentable** ;
- ... Est **chaleureux et esthétique** et augmente le **confort des usagers** ;
- ... Offre une **excellente durabilité** ;
- ... Offre une **bonne résistance au feu**.

4.1 Le bois, une solution plus écologique

Les nombreuses caractéristiques environnementales du bois en font un allier de taille dans la lutte aux changements climatiques. Son utilisation dans la construction de bâtiments, un domaine qui génère énormément de gaz à effet de serre, s'avère ainsi

une solution sensée appuyée par de nombreuses recherches et groupes environnementaux. Un des aspects les plus positifs du bois est le fait qu'il s'agit d'une **ressource renouvelable** et exploitée de manière **durable** au Québec.

4.1.1 Un matériau issu d'une ressource renouvelable et gérée de manière durable

Contrairement à d'autres matériaux qui sont issus de ressources non renouvelables, le bois provient des arbres qui poussent dans nos forêts. Les forêts sont d'ailleurs aménagées de façon durable au Québec et se renouvellent naturellement. Près de 90 % d'entre elles sont publiques, c'est-à-dire qu'elles sont gérées par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). La loi sur l'aménagement durable

du territoire forestier [4] – l'un des régimes forestiers les plus rigoureux au monde – est constituée de l'ensemble des lois et règlements concernant les pratiques forestières. Il a pour élément central le développement durable de la forêt, c'est-à-dire une gestion responsable des ressources forestières et fauniques pour assurer la pérennité ainsi que la mise en valeur du territoire forestier québécois.

Les critères d'aménagement durable des forêts

Art. 2, Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier

- 1— Conservation de la diversité biologique;
- 2— Maintien et amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers;
- 3— Conservation des sols et de l'eau;
- 4— Maintien de l'apport des écosystèmes forestiers aux grands cycles écologiques;
- 5— Maintien des avantages socioéconomiques multiples que les forêts procurent à la société;
- 6— Prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées.

La certification forestière par un auditeur indépendant permet également de s'assurer que les produits du bois proviennent de sources légales et issues de forêts aménagées de façon durable. Le Québec est d'ailleurs un chef de file à l'échelle mondiale : près de 80 % de la superficie des forêts publiques est actuellement certifiée selon l'une ou l'autre des normes reconnues.

4.1.2 Un matériau produit et récolté localement

En utilisant les produits du bois dans la construction, on encourage l'économie régionale. En effet, en plus d'être issu de nos forêts, le bois est également transformé localement. Au Québec, l'industrie des

produits du bois compte 893 usines employant près de 37 200 travailleurs en aménagement forestier ainsi qu'en transformation du bois. En tout, près de 135 municipalités vivent de cette industrie.

Les changements climatiques, un problème réel

La population mondiale est de plus en plus sensibilisée à l'impact de l'activité humaine sur l'environnement. Le rythme d'augmentation de la température depuis 1900 atteint des seuils jamais observés dans l'histoire de la planète. Les scientifiques s'entendent pour dire qu'aucune cause naturelle ne peut expliquer ce réchauffement.

Créé en 1988 sous la gouverne de l'Organisation des Nations Unies (ONU), le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a pour mission de lancer une vaste étude sur le réchauffement climatique et ses causes. Regroupant près de 2 500 scientifiques de 130 pays, le GIEC conclut que le réchauffement climatique depuis 1950 provient « très probablement » de l'augmentation des gaz à effet de serre associés aux activités humaines. De plus, selon les tendances qui ressortent des différentes études portant sur le sujet, le réchauffement climatique semble suivre une courbe exponentielle en fonction du taux de CO₂ dans l'atmosphère. Au rythme actuel et en étant conservateur, le GIEC prévoit une augmentation de la température mondiale de 2 à 4 °C d'ici la fin du siècle. On appréhende même une augmentation de 10 °C dans les régions polaires, avec toutes les conséquences que la fonte des glaciers aurait sur le niveau des océans et les écosystèmes qui s'y trouvent. Il est donc impératif de trouver des solutions applicables à court terme à notre mode de vie et nos méthodes de développement.

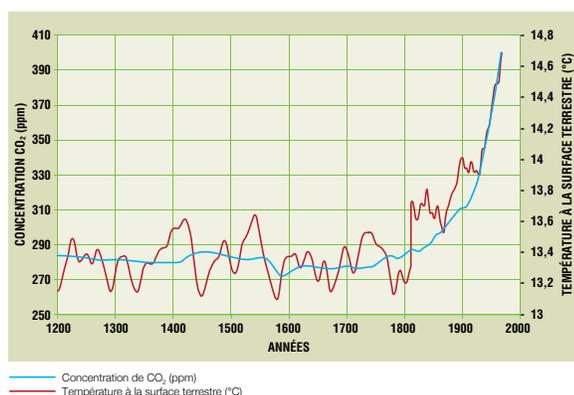


FIGURE 1 • Évolution de la température moyenne de la planète en fonction de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère (Source: GIEC [5])

C'est dans ce contexte que, en 2015, était signé l'Accord de Paris (COP21) par 196 pays, soit le traité avec le plus de signataires dans l'histoire de l'humanité [6]. L'accord historique a pour principal objectif de contenir l'élévation de la température moyenne terrestre « bien en dessous » de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels d'ici à 2100. Dans le document, les pays s'engagent à atteindre le « zéro émission nette », c'est-à-dire diminuer les gaz à effet de serre (GES) dans la première partie du siècle pour que durant la deuxième moitié, les émissions restantes soient compensées par des puits de GES. Le Canada est évidemment signataire du document.

Principales émissions de GES au Québec

Au Québec, le transport était le secteur qui produisait le plus de GES au Québec (33,8 Mt éq. CO₂) en 2015, ces émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles utilisés comme carburant. Il est suivi par le secteur des industries (23,6 Mt éq. CO₂), qui comprend l'utilisation des combustibles fossiles pour produire de l'énergie et les GES émis comme sous-produits dérivant directement des procédés industriels. Le secteur résidentiel, commercial et institutionnel (chauffage des bâtiments) se classe au troisième rang (8,5 Mt éq. CO₂). Puis suivent l'agriculture (7,6 Mt éq. CO₂), la gestion des déchets (4,9 Mt éq. CO₂) et la production publique d'électricité (0,23 Mt éq. CO₂) qui produisaient le reste des émissions de GES répertoriés.

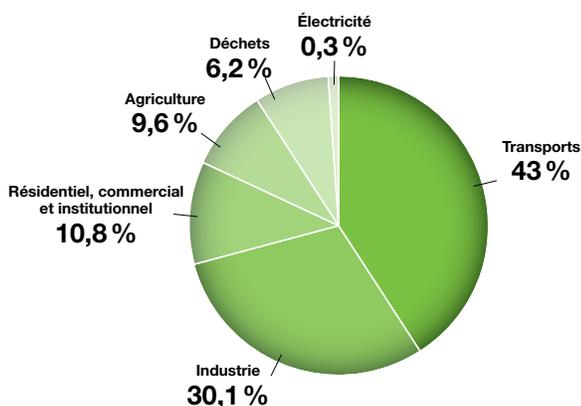


FIGURE 2 • Répartition des émissions de GES au Québec, en 2016, par secteurs d'activité (Source: Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990) [7]

4.1.3 Un matériau qui séquestre le carbone

Le bois est l'un des seuls matériaux de construction à emmagasiner du carbone, et ce, durant toute la durée de vie du bâtiment. Ceci permet de retarder les émissions de carbone des arbres en fin de vie dans l'atmosphère.

En général, on estime que 1 m³ de bois permet de séquestrer 1 tonne de CO₂.

Cette caractéristique du bois s'explique par le processus de photosynthèse des arbres, desquels il est issu. Au cours de sa vie utile, l'arbre absorbe le dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère et le transforme en oxygène (O₂). L'arbre utilise ensuite le carbone (C) du CO₂ pour constituer sa matière (le bois) et ainsi lui permettre de croître.

La durée de vie d'un arbre poussant au Québec peut varier de 75 à 120 ans. Arrivé à maturité, un arbre cessera de croître et son efficacité à générer de l'oxygène sera moindre. En fin de vie, l'arbre finira par mourir et se décomposer, aidé par des champignons et/ou des insectes, ou encore, il sera brûlé au cours d'un incendie de forêt. Une bonne partie du carbone accumulé au cours de sa vie sera ainsi retourné dans l'atmosphère sous forme de CO₂. C'est ce que l'on appelle le cycle du carbone.

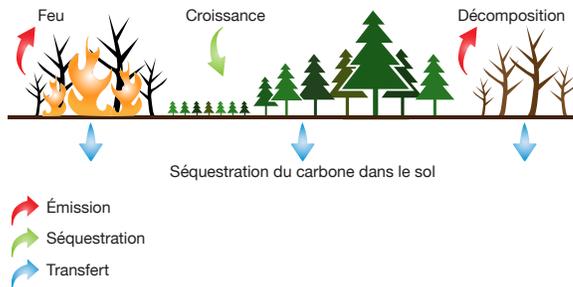


FIGURE 3 • Le cycle du carbone en forêt naturelle [8]

En utilisant le bois comme matériau de construction, on vient retarder le moment auquel le carbone sera libéré dans l'atmosphère : on reste ainsi à l'intérieur du cycle du carbone. Il est donc possible de prolonger la **séquestration du carbone** au-delà de la vie de l'arbre en l'utilisant comme un matériau de construction. De plus, on vient remplacer l'arbre à maturité par un plus jeune avec un nouveau cycle de séquestration de carbone. Donc, au lieu de créer à partir d'intrants un matériau artificiel, on utilise une ressource créée de toute pièce par la nature et on la façonne de manière à pouvoir l'utiliser comme matériau de construction. En général, on estime que 1 m³ de bois permet de séquestrer 1 tonne de CO₂.

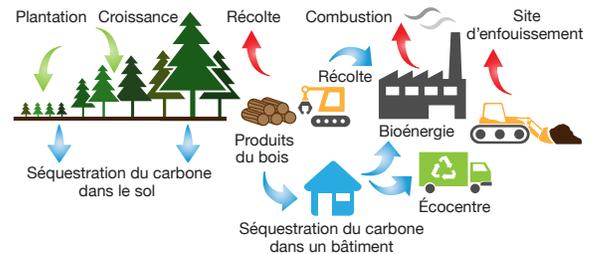


FIGURE 4 • Le cycle du carbone dans la forêt aménagée et la transformation des produits du bois [8]

4.1.4 Un matériau peu émetteur de GES

En plus de séquestrer le carbone, le bois génère très peu d'émissions de GES lors de sa transformation. En fait, seuls les équipements utilisés en forêt pour récolter les arbres utilisent des combustibles fossiles pour se mouvoir. Les scieries et usines de seconde transformation utilisent la biomasse de résidus forestiers et l'hydroélectricité pour produire l'énergie nécessaire au fonctionnement des usines, deux sources d'énergies renouvelables. Le procédé de transformation consiste seulement en un façonnage d'un élément créé par la nature. Il n'y a pas de réaction chimique qui pourrait produire du CO₂ ou d'autre GES dans le procédé de fabrication.

Ainsi, en comparant les émissions de GES entre les trois matériaux de construction les plus utilisés, soit le bois, le béton et l'acier, et ce, tout au long du cycle de vie de ces derniers, la transformation du bois se positionne comme étant le moins émetteur, et de loin. Pour donner une base comparative valable entre les trois matériaux, **cecobois** a comparé une poutre sur appui simple avec un cas de chargement standard (14,4 kN/m) et une portée standard (7,3 m) à l'aide du logiciel Athena, reconnu pour évaluer l'impact du cycle de vie complet des scénarios. Les résultats sont présentés dans le graphique suivant :

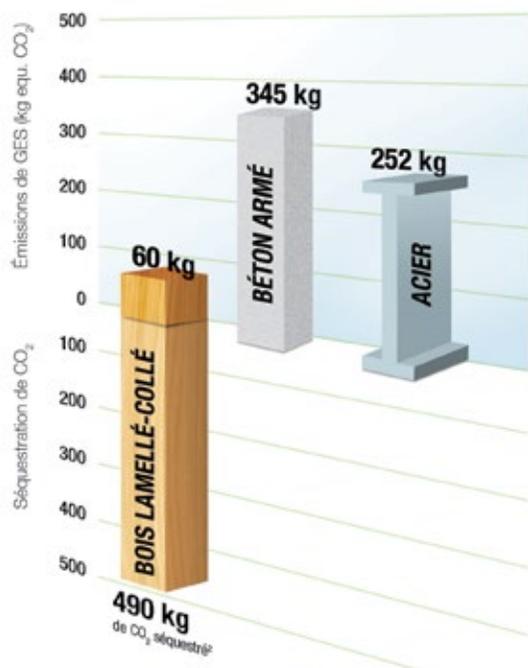


FIGURE 5 • Données comparatives du cycle de vie d'un bâtiment commercial

Il est à noter qu'on ne peut soustraire le carbone séquestré aux émissions de carbone associées au bois, puisque la séquestration n'est que temporaire à moyen terme. Ces deux indices sont donc indépendants.

Sans même considérer la séquestration du carbone impliquée dans l'utilisation du bois (environ 1 tonne de carbone séquestré par m³ de bois), il est possible de constater le net avantage de l'utilisation du bois par rapport aux autres matériaux de construction.

4.1.5 Un matériau avantageux en regard de l'analyse du cycle de vie des bâtiments

Afin d'évaluer adéquatement l'impact environnemental total d'un bâtiment, il faut tenir compte du cycle de vie complet de celui-ci. Ce cycle commence à l'usine de fabrication des matières premières, en passant par la consommation énergétique découlant de l'utilisation du bâtiment comme tel jusqu'au démantèlement de celui-ci. Plusieurs logiciels à travers le monde s'affairent à mesurer et à quantifier les émissions de GES associées aux bâtiments, en prenant en considération les paramètres intrinsèques aux différentes régions. Par exemple, un produit fabriqué dans une région où l'hydroélectricité est la principale source d'énergie, comme c'est le cas au Québec, aura un moins grand impact environnemental que le même produit issu d'une région utilisant des énergies fossiles.

L'analyse du cycle de vie, régie par la norme ISO 14040, permet donc de mesurer les impacts potentiels d'un ensemble de matériaux pour la durée de leur vie utile. Cela permet aussi d'opposer, selon une base comparative fiable, les différentes options de construction, surtout en ce qui a trait aux matériaux. Comme illustré dans la figure ci-dessous, chaque étape de la vie d'un bâtiment a une influence sur l'empreinte environnementale totale du bâtiment. Tout d'abord, il y a les impacts intrinsèques, donc tout ce qui n'est pas lié à l'utilisation du bâtiment, soit l'extraction et la fabrication des matériaux, le transport ainsi que la construction et la déconstruction du bâtiment en fin de vie. Ensuite, il y a les impacts directs qui sont liés à l'utilisation du bâtiment, notamment à la consommation énergétique engendrée par celui-ci afin d'assurer le maintien d'un environnement agréable pour les occupants. Les impacts intrinsèques représentent en moyenne de 20 à 25 % de l'impact environnemental d'un bâtiment. Ceux-ci s'élèvent à 40-60 % dans le cas des bâtiments à haute efficacité énergétique.

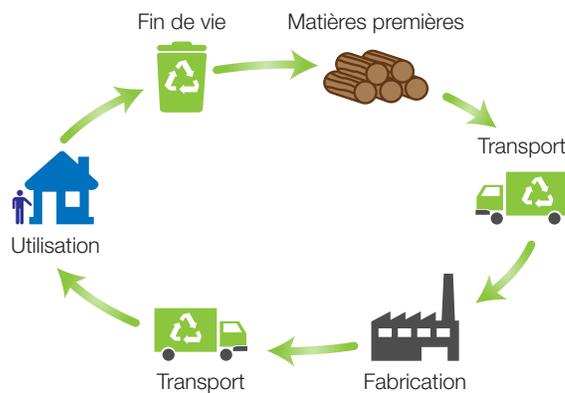


FIGURE 6 • L'analyse du cycle de vie

L'utilisation des produits du bois est particulièrement intéressante dans un contexte d'analyse du cycle de vie puisqu'elle permet de réduire considérablement les émissions associées aux bâtiments, et ce, à chaque étape du cycle. Le bois étant issu d'une ressource renouvelable, il permet de limiter les impacts de l'extraction et de la fabrication des matériaux. C'est la nature elle-même, par le procédé de photosynthèse, qui « produit » la matière première.

De plus, étant donné que le bois est issu d'une ressource locale, le transport nécessaire à l'acheminement des matériaux à l'usine et au chantier est nettement moins important, ce qui se reflète sur les émissions associées à cette étape du cycle.

Le bois possède également des avantages du point de vue de l'efficacité énergétique. En effet, vu ses excellentes propriétés thermiques, le bois agit comme isolant thermique dans le bâtiment et lui confère donc une meilleure efficacité énergétique avant isolation. Il s'agit d'un facteur important de la diminution des impacts directs liés aux bâtiments.

La dernière étape, soit la déconstruction et la fin de vie, représente l'étape la plus négligée et la plus problématique pour les matériaux de construction, qui sont difficilement recyclables. Or, dans le cas des produits du bois, plusieurs options sont possibles en fin de vie. Les deux principales options sont la transformation du bois en biomasse qui sera destinée à la production d'énergie pour différentes industries et le recyclage du bois destiné à l'utilisation dans des produits dérivés, notamment dans différents types de panneaux de fibres et de particules ainsi que dans l'industrie des pâtes et papiers.

Afin de bien illustrer le concept d'analyse de cycle de vie d'un bâtiment et l'influence du choix des matériaux sur les impacts associés aux différentes étapes de ce cycle, une étude indépendante commandée par **cecobois** portant sur le bilan carbone de l'Aréna de l'UQAC a été menée. Cet aréna est composé d'une structure principale mixte de bois lamellé-collé et d'acier. L'étude considère trois options de structure principale, soit l'option 100% en acier, l'option mixte en acier et en bois lamellé-collé (option choisie) et l'option 100% en bois lamellé-collé. À des fins d'analyse, la structure entièrement en acier a été utilisée comme option de référence et s'est vue attribuée des émissions de l'ordre de 100%. Les autres options sont donc pondérées selon cette option de référence. Les résultats démontrent clairement la corrélation entre l'impact environnemental et le choix du bois comme matériau de construction du bâtiment. Il est possible d'observer dans le graphique la diminution drastique des émissions liées à l'étape de la fabrication et du transport quand le bois est considéré. Ce sont ces étapes du cycle qui ont le plus d'impact sur l'empreinte environnementale totale du bâtiment et qui sont le plus influencées par le choix des matériaux, elles ne sont donc pas à négliger.

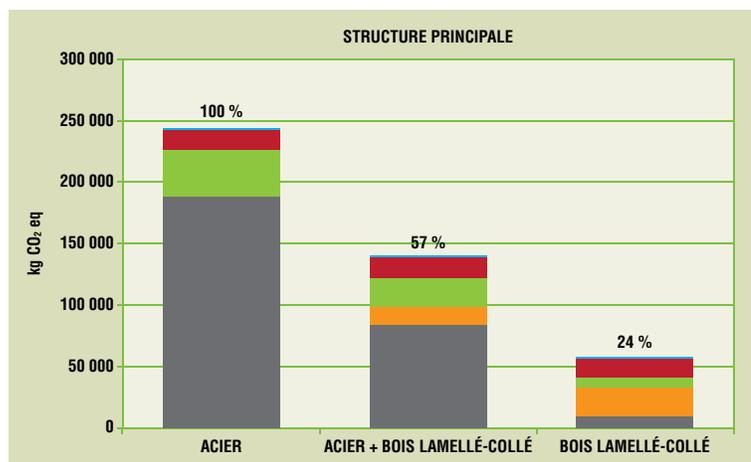


FIGURE 7 • Bilan carbone de l'Aréna de l'UQAC

- Fin de vie
- Construction/déconstruction
- Transport
- Fabrication BLC
- Fabrication acier

La certification environnementale des bâtiments

Il existe plusieurs certifications environnementales pour les bâtiments commerciaux. Ces homologations certifient que les bâtiments sont construits selon des critères préétablis qui respectent l'environnement. La participation à ces programmes est volontaire, mais ceux-ci confèrent sans contredit une valeur ajoutée au bâtiment.

La plus connue est sans doute la certification **LEED® V4** (Leadership in Energy and Environmental Design). Il existe quatre niveaux de reconnaissance LEED®: Certifié, Argent, Or et Platine. Une cote est attribuée au bâtiment résultant de l'atteindre des 110 critères qui orbitent autour de huit pôles :



Au Canada, c'est le Conseil du bâtiment durable du Canada qui administre la certification LEED®. Au total, ce sont 3 421 projets qui sont certifiés LEED® au Canada, dont près de 739 au Québec [10].

Il est important de noter que le choix du bois dans un projet de construction neuve ou de rénovation importante peut contribuer à l'acquisition de points LEED® dans presque toutes les catégories énumérées ci-haut, ce qui est non négligeable.

4.2 Le bois, une solution flexible et polyvalente

Au Québec, selon une étude réalisée par FPInnovations, plus de 80% des bâtiments commerciaux, industriels ou institutionnels pourraient être conçus avec une structure en bois. Les différents produits et systèmes constructifs disponibles (voir page 20) permettent de construire l'ensemble des catégories de bâtiment, allant du plus petit commerce au plus grand stade, et ce, en conformité avec le Code national du bâtiment et le Code de sécurité incendie.

Le Code permet également d'aller au-delà des limites prescrites en proposant des concepts novateurs.

Outre leur **polyvalence**, les structures en bois offrent également **une plus grande légèreté** et **une grande résistance aux séismes** en plus de permettre d'atteindre **de grandes portées et de grandes hauteurs**.

4.2.1 Le poids plume des matériaux de construction

Les systèmes constructifs en bois offrent d'excellentes performances structurales tout en étant plus légers que ceux en acier ou en béton. Ceci peut s'avérer déterminant dans certains projets, notamment ceux nécessitant l'ajout d'un étage sur un bâtiment déjà existant, ou encore, ceux réalisés sur des terrains offrant une faible capacité portante. Le tableau 1 présente la masse volumique et la résistance mécanique en flexion des différents matériaux de construction.

TABLEAU 1 • Résistance mécanique et masse volumique de différents matériaux

	Béton	Acier	Bois (lamellé-collé)
Résistance en flexion (MPa)	30	300	25
Masse volumique (kg/m³)	2 400	7 850	450
Résistance massique (kN•m/kg)	13	38	56

Le bois a ainsi une plus faible résistance, mais une très faible masse volumique. Cela signifie que pour une poutre de même poids, le bois pourra supporter une charge supérieure. C'est en faisant le ratio de la résistance à la flexion sur la masse volumique qu'il est possible de constater la supériorité du bois en termes de résistance massique à la flexion. Cette propriété devient particulièrement utile dans le cas de sols à

faible capacité portante qui demandent généralement une fondation plus imposante ou un coûteux système de pieux, faisant du bois une option réellement avantageuse. C'est notamment le cas du siège social de STGM, à Québec [11]. Elle peut aussi réduire la taille de la fondation de béton nécessaire pour reprendre les charges.

Pour illustrer concrètement ce phénomène, prenons par exemple une poutre d'une portée de 7,3 m avec une charge de 14.4 kN/m (charge typique dans un bureau). Le tableau 2 présente le comparatif.

TABLEAU 2 • Comparatif de différents matériaux pour une poutre type

	Béton	Acier	Bois (lamellé-collé)
Section (mm)	300 x 500 mm avec 3 barres d'armature #25	W410x46	178 x 559 mm
Masse (kg)	2 600	336	260

En plus de diminuer les coûts de la fondation du bâtiment, la réduction de la masse d'un bâtiment diminue la sollicitation de la structure lors d'un séisme. Des économies peuvent donc aussi être faites au niveau du système de résistance latérale.



Photo : STGM architectes



Photo : Stéphane Groleau

4.2.2 Un matériau permettant d'atteindre de grandes portées

Les systèmes structuraux en bois sont très performants, permettant de concevoir des bâtiments d'envergures impressionnantes. En témoignent ces quelques exemples qui illustrent bien la capacité du bois d'atteindre de grandes portées et de grandes hauteurs.



Photo : Nordic Structures

Plus longue portée libre pour un pont en bois

Pont Maicasagi, Nord-du-Québec

68 m



Photo : Ken404_japan

Plus longue portée libre pour un bâtiment en bois

Stade Odate Jukai Dome, Japon

178 m de long et 157 m de large



Photo : Anti Hamar (GracieuSeté de Moelven)

Plus haut bâtiment entièrement en bois

Mjøstårnet, Norvège

18 étages (81 m)

Les arches ou les résilles en bois lamellé-collé sont particulièrement intéressantes pour les bâtiments sportifs : leur forme courbée permet en effet d'obtenir un dégagement maximal au centre de l'aire de jeu, un critère important pour plusieurs sports, tout en offrant d'importantes portées libres. Dans le cas du Stade Odate Jukai Dome, au Japon, la forme de dôme conçue avec une structure résille en bois lamellé-collé permet de libérer un volume de 52 m de haut au centre du stade.

4.2.3 Différents produits pour différents besoins

La construction en bois se décline en différents produits et systèmes structuraux adaptés à différents besoins. Pour en savoir davantage, consultez la section Produits et systèmes structuraux en bois de ce guide (voir page 20).

4.3 Le bois, une solution économique et rentable

Si on regarde uniquement la colonne des coûts des matériaux de la structure, le bois peut parfois s'avérer être plus cher que les autres matériaux de construction. Cependant, les avantages connexes d'une structure en bois, comme la **rapidité de montage**, la **réduction de la fondation**, l'**isolation thermique supérieure** et la **réduction des éléments de finition** peuvent rendre l'option en bois particulièrement intéressante économiquement d'un point de vue global. De plus, la construction à ossature légère en bois est l'une des plus économiques qui soient.

4.3.1 L'ossature légère en bois, hautement économique

Le système préfabriqué à ossature légère en bois est le plus économique qui soit, tous matériaux confondus. Ceci s'explique notamment par le fait qu'il utilise du bois de sciage (2 x 4 ou 2 x 6) et du bois d'ingénierie, des matériaux de construction abondants et très économiques. La grande disponibilité des produits sur le marché ainsi que le grand nombre de fabricants assurent également une fluidité d'approvisionnement [12].

À titre d'exemple, les stations-service Ultramar ont fait le virage de l'ossature métallique vers l'ossature légère en bois en 2009. En remplaçant l'acier par l'ossature légère en bois, ils ont calculé une réduction des coûts de construction de 28 % ainsi qu'un gain en temps de construction de 70 % [13].

4.3.2 Une installation simplifiée et rapide au chantier

En raison du haut taux de préfabrication des éléments structuraux en bois, le montage de la structure au chantier s'en retrouve accéléré et simplifié. Et ce, peu importe le système choisi. Les composants sont préusinés de façon à prévoir l'emplacement des assemblages, ou encore, sont déjà préassemblés en usine.

De plus, comme les systèmes structuraux en bois ne nécessitent pas un temps de cure comme le béton, ceux-ci s'installent plus rapidement.

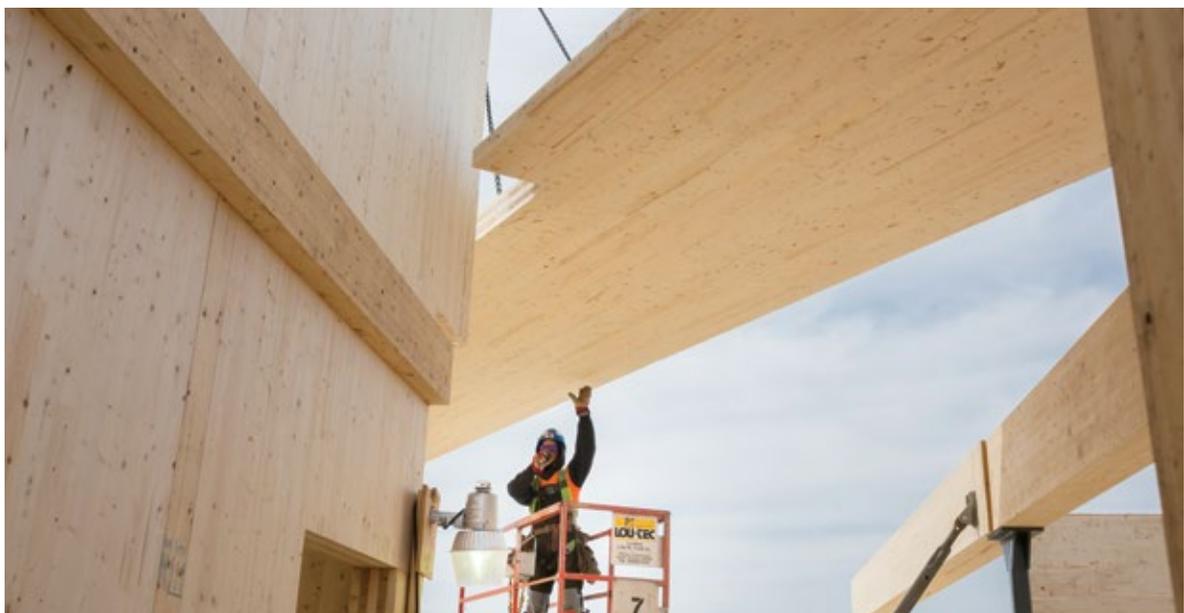


Photo : Stéphane Groleau

4.3.3 Une économie au niveau des fondations

Les structures en bois sont nettement plus légères que celles en acier ou en béton, ce qui permet une réduction des coûts au niveau des fondations. Ceci peut s'avérer déterminant dans certains projets, notamment ceux nécessitant l'ajout d'un étage sur un bâtiment déjà existant, ou encore, ceux réalisés sur des terrains offrant une faible capacité portante.

4.3.4 Une isolation thermique supérieure

L'isolation thermique est souvent supérieure dans un bâtiment en bois comparativement à un bâtiment en acier ou en béton. Ceci est notamment dû à la grande capacité isolante du bois. En effet, le bois est 500 fois plus isolant que l'acier et 7 fois plus isolant que le béton. L'utilisation d'une charpente en bois réduit donc les pertes de chaleur dues aux ponts thermiques. Cette diminution du transfert de chaleur à travers les parois des bâtiments réduit la consommation d'énergie pour le chauffage et la ventilation, tout en augmentant le confort des usagers. De plus, des murs isolés en bois permettent d'atteindre plus facilement des valeurs de résistance thermique dépassant les normes les plus strictes en matière d'efficacité énergétique.

4.3.5 Une réduction des éléments de finition

Vu leur résistance naturelle au feu, les structures en bois lamellé-collé ou en bois lamellé-croisé peuvent être laissées apparentes, si bien qu'elles nécessitent moins d'éléments de finition que les autres systèmes structureaux. D'ailleurs, le bois laissé apparent apporte beaucoup de chaleur et d'esthétique au bâtiment, lui conférant du même coup une valeur ajoutée.

La possibilité de laisser la structure apparente ajoute également un effet de grandeur aux espaces intérieurs, puisque cela fait en sorte que le plafond est beaucoup plus haut qu'une structure similaire avec un plafond suspendu.



Photo : Stéphane Brügger

4.4 Le bois, pour un confort et une esthétique accrue

4.4.1 Le bois, un matériau biophilique

Lorsqu'on pense au bois, on pense à son caractère chaleureux. Ce ressenti ne relève plus du mythe : plusieurs études et recherches menées par des scientifiques à travers le monde permettent aujourd'hui de prouver les bienfaits du bois sur le bien-être. Leurs conclusions vont toutes dans la même direction, et ce, peu importe leur culture ou leur lieu géographique.

Ce phénomène selon lequel le bois génère un sentiment de bien-être porte d'ailleurs un nom : la biophilie. Formée à partir de la racine grecque « bio » (vie) et du suffixe « phile » (qui aime), la biophilie est donc le fait d'aimer le vivant. En architecture, il désigne une conception qui se rapproche ou qui imite les conditions d'un environnement naturel. Plusieurs études démontrent clairement que la lumière naturelle,

les plantes, l'eau, les paysages naturels, les sons de la nature de même que des matériaux naturels tels que le bois peuvent favoriser une réduction du stress, une bonne humeur et une attention accrue [14].

À cet égard, le bois est unique en tant que matériau de conception biophilique, car en plus de pouvoir être utilisé comme élément architectural en plancher, plafond ou en revêtement mural, il peut être présent en tant que matériau structural laissé apparent, faisant ainsi d'une pierre deux coups. L'utilisation du bois à l'intérieur des bâtiments s'avère une option particulièrement intéressante pour étendre les bienfaits biophiliques aux pièces dépourvues de fenêtres, où la lumière naturelle et les paysages ne sont pas présents.

Bienfaits de la biophilie sur la santé et le bien-être

- > Réduit le stress
- > Bonne humeur
- > Attention accrue
- > Diminue la pression artérielle
- > Diminue le rythme cardiaque
- > Accélère la convalescence
- > Diminue la perception de la douleur
- > Favorise la créativité
- > Diminue l'agressivité

4.4.2 Un excellent confort acoustique

Le bois et l'acoustique sont souvent associés en musique, où il est depuis longtemps utilisé pour fabriquer des instruments. Ce n'est pas pour rien que l'on retrouve également beaucoup de parements en bois dans les salles de spectacles ou de concert.

Utilisé en structure, le bois permet également d'atténuer la transmission du son dans les bâtiments, offrant ainsi un excellent confort acoustique. En effet, les assemblages de planchers avec solives de bois peuvent atteindre, voire surpasser les indicateurs de transmission du son aérien (ITS) et de transmission du son à l'impact (IIC) selon la configuration et le choix des matériaux. Un ITS et un IIC élevés assurent une isolation supérieure contre le bruit aérien et les bruits d'impact.



Photo : Tom Arban

4.4.3 Un meilleur confort thermique

L'utilisation d'un système constructif en bois contribue au confort thermique des usagers par ses excellentes propriétés isolantes qui contribuent à réduire les ponts thermiques. Ceci s'explique par la structure cellulaire du bois, qui contient une grande quantité de cavités remplies d'air.

Si plusieurs facteurs peuvent influencer l'isolation thermique du bois, comme sa densité, sa teneur en humidité et ses caractéristiques naturelles (comme les nœuds, par exemple), en règle générale, on attribue une résistance thermique de 0,3 RSI pour 25 mm de bois (1,5 R/pouce). Cette résistance du bois à la déperdition de la chaleur est 500 fois meilleure que celle de l'acier et sept fois meilleure que le béton (tableau 3).

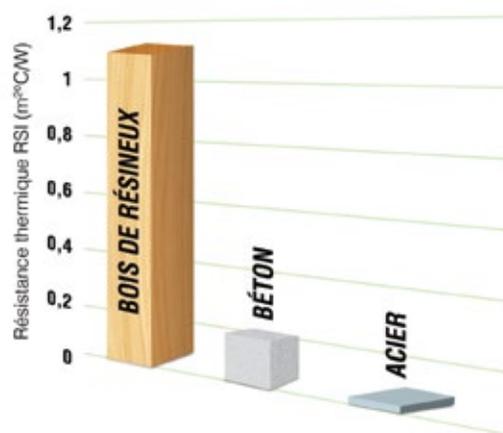


FIGURE 9 • Résistance thermique des différents matériaux

TABLEAU 3 • Propriétés thermiques des différents matériaux

Matériaux	Épaisseur		Résistance thermique	
	mm	po	RSI (m²·°C/W)	R (pi²·h·°F/btu)
Acier	100	4	0,002	0,01
Béton 1 760 kg/m³ (110 lb/pi²)	100	4	0,13	0,7
Bois de résineux	100	4	0,87	5

Dans le cas des structures en panneaux massifs, le caractère isolant du bois se traduira par une réduction de la quantité d'isolant nécessaire. Dans les autres types de structure, l'utilisation du bois permettra de diminuer les pertes de chaleur dues aux ponts thermiques et ainsi d'améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment. Suivant le même principe, un revêtement extérieur en bois sera plus isolant qu'un revêtement métallique ou à base de brique.

De plus, le bois est trois fois plus efficace que le béton pour emmagasiner la chaleur, permettant ainsi une certaine régulation de la température intérieure malgré les écarts de température à l'extérieur. L'inertie thermique du bois se situe entre 0,57 et 0,65 kcal/kg,

alors qu'elle est de 0,21 kcal/kg pour le béton à une température de 20 °C.

Il est bien de mentionner que la température n'affecte pas les propriétés mécaniques du bois à des températures inférieures à 37 °C, même que la résistance du bois augmente sous le point de congélation. De plus, le bois n'est pas sensible à la dilatation thermique.

4.5 Le bois, un matériau durable qui traverse le temps

La durabilité des bâtiments en bois a depuis longtemps été démontrée. En effet, nombreux sont les bâtiments en bois qui ont su perdurer plusieurs centaines d'années. En voici quelques exemples :



Photo : 663highland

Temple Horyu-ji (vers 710)



Photo : cecobois

Temple Todai-ji (vers 752)



Photo : Micha L. Rieser

Église Stavkirke de Heddal (vers 1250)

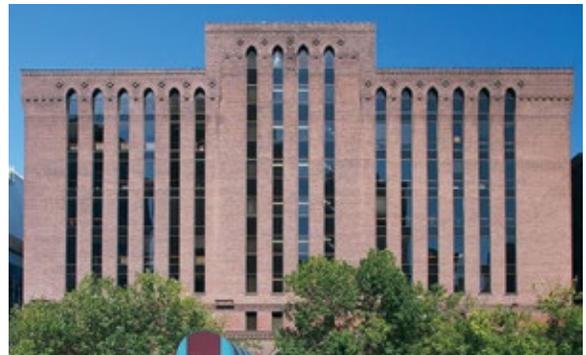


Photo : McGhievr

Butler Square (1906)



Photo : Pont Armand-Lachaine, situé à Chute-Saint-Philippe et construit en 1906

Ponts couverts québécois (1861-1959)



Photo : Pont Armand-Lachaine, situé à Chute-Saint-Philippe et construit en 1906

Ponts couverts québécois (1861-1959)

Le matériau bois n'a donc rien à envier en termes de durabilité aux autres matériaux de construction sur le marché. Un bâtiment bien conçu sera durable, peu importe le matériau utilisé. D'ailleurs, selon une étude commandée par **cecobois** et réalisée en 2011 par la firme KSH, les deux tiers des bâtiments démolis à Montréal et à Québec le sont avant l'âge de 50 ans, peu importe le matériau de structure utilisé. Contrairement à ce que l'on croit, ce sont plutôt pour des raisons de changement de zonage, de changement de fonction ou simplement à la suite de l'abandon du bâtiment.

4.6 Le bois, un matériau sécuritaire

Tout le monde le sait, le bois est un matériau combustible : du bois, ça brûle ! Cependant, ce qui est moins connu, c'est que le bois est un excellent isolant thermique, si bien qu'il résiste bien à la chaleur. Sous l'effet de la chaleur extrême générée par un incendie, le bois ne perd que 10 à 15 % de sa résistance totale. D'ailleurs, les bâtiments en bois répondent, voire surpassent les exigences les plus strictes en matière de résistance au feu et sont tout aussi sécuritaires que celles en béton en cas d'incendie.

4.6.1 Un bon degré de résistance au feu

La réaction du bois lors d'un incendie est prévisible et calculable. En brûlant, le bois se carbonise en surface à raison de 0,65 mm/min. Cette couche permet d'isoler le centre de l'élément en bois de la chaleur dégagée par les flammes de l'incendie. C'est donc dire qu'après 45 minutes de combustion, une pièce de bois n'aura brûlé que d'environ 29 mm, et le centre de la pièce gardera sa résistance, puisque la chaleur ne parvient pas à s'y rendre. Conséquemment, plus la pièce de bois est grosse, meilleure sera sa résistance au feu.

Cette caractéristique est d'autant plus frappante lorsque l'on compare le comportement du bois à l'acier dans un contexte d'incendie. L'acier perd 50% de sa résistance mécanique après 18 minutes alors qu'il en faut 52 minutes au bois pour atteindre la même marque.

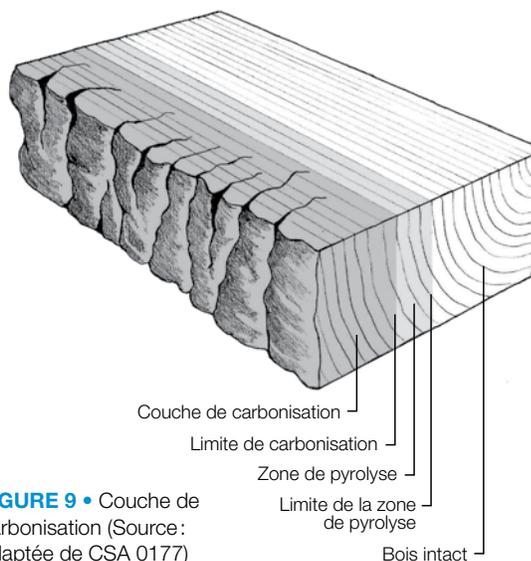


FIGURE 9 • Couche de carbonisation (Source : adaptée de CSA 0177)

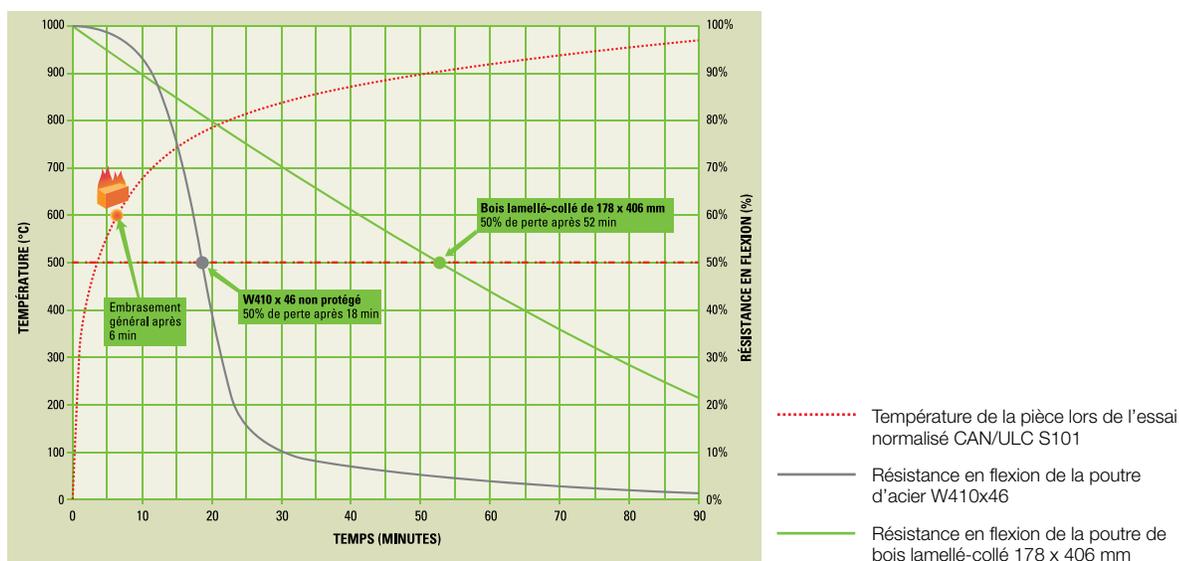


FIGURE 10 • Comportement d'une poutre structurale (l'une en bois, l'autre en acier) en cas d'incendie [15].

4.6.2 Des bâtiments sécuritaires

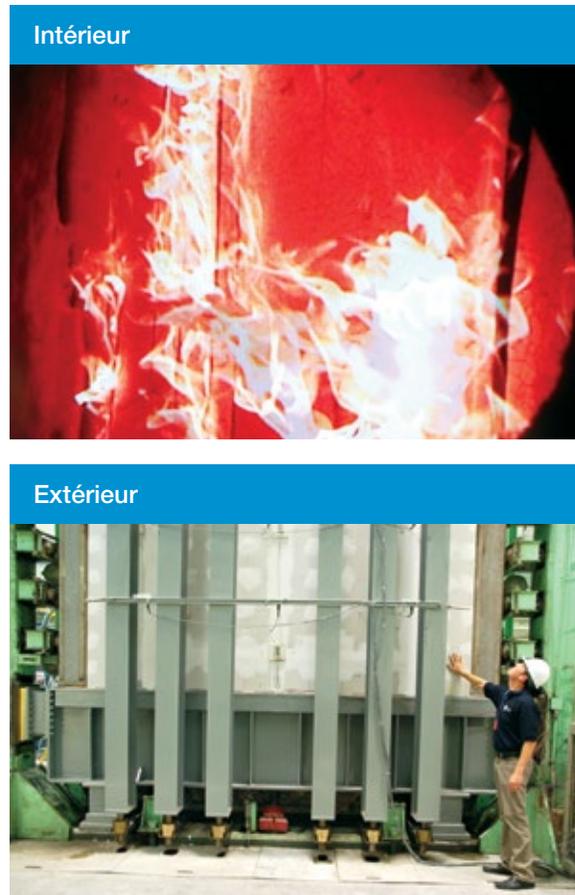


Photo : Nordic Structures

FIGURE 11 • Mur type après deux heures de test de résistance au feu, température de plus de 1000 °C.

Selon leur usage, les constructions doivent se conformer à un degré de résistance au feu de 60, 90 ou 120 minutes afin de contenir l'incendie dans la pièce d'où il provient, d'en empêcher la propagation et ainsi de permettre l'évacuation des occupants et l'intervention des pompiers. Non seulement les éléments en gros bois d'œuvre prennent énormément de temps à s'enflammer compte tenu de leur épaisseur et résistent bien à la chaleur, mais les murs à ossature légère en bois peuvent facilement atteindre un degré de résistance d'une heure et demie pour les murs porteurs recouverts de gypse et jusqu'à deux heures pour les murs non porteurs.

Une récente étude révèle d'ailleurs que le choix d'un matériau de construction n'a aucune incidence sur le niveau de sécurité en cas d'incendie [16]. En fait, c'est plutôt la présence de gicleurs et de détecteurs de fumée qui joue un rôle déterminant et permet d'offrir une protection efficace. Les chercheurs notent qu'il n'y a même aucune différence entre les constructions en bois et celles en béton en ce qui a trait au taux d'incident et à la sécurité des occupants.

A photograph showing a large stack of light-colored wooden planks, likely structural timber, arranged in a perspective that recedes towards the top right. The background is a clear blue sky with a few white clouds. A semi-transparent yellow rectangular box is overlaid on the center of the image, containing white text.

Produits et systèmes structuraux en bois

5 Des systèmes pour tous les usages

On trouve une gamme complète de produits en bois fabriqués au Québec qui se prêtent à une multitude d'applications en construction non résidentielle.

Il existe trois principaux systèmes structuraux en bois : l'**ossature légère**, le **poteaux-poutres** et les **panneaux massifs**. Chacun de ces systèmes possède ses avantages et permet d'exploiter le bois de manière efficace dans un contexte donné. Il est également possible de combiner ces systèmes constructifs ensemble pour former des structures hybrides alliant les forces de chacun, ou encore avec d'autres matériaux comme l'acier et le béton. Il existe ainsi une multitude d'options disponibles en matière de construction en bois pour répondre aux différentes particularités des projets.

5.1 L'ossature légère

Avantages: Disponibilité, économique, bonne connaissance du système structural

L'ossature légère demeure le système constructif le plus répandu au Québec. Bien qu'il compose la grande majorité des constructions résidentielles, le terme « ossature légère » ne signifie pas que ce système est destiné strictement aux petits bâtiments. Il tient plutôt son nom du fait que plusieurs éléments structuraux constitués de bois de petites dimensions travaillent ensemble pour assurer la résistance structurale. Ce type de structure est constitué de murs à colombage (2x3, 2x4 et 2x6), de poutrelles de plancher et de fermes légères.



Bois de sciage (*Bois de dimension*)

Le bois de dimension est un produit de première transformation du bois. Ce type de produit comprend les fameux 2x3, 2x4, 2x6 jusqu'au 2x12. Plusieurs essences, grades et longueurs sont disponibles selon l'application. Les plus petits éléments sont utilisés verticalement dans les murs, tandis que les plus grandes sections sont utilisées horizontalement dans les systèmes de plancher. Le groupe d'essences le plus utilisé dans la construction à ossature légère au Québec est l'EPS (Épinette-Pin-Sapin). Des grades MSR (Machined Stressed Lumber) sont des bois de sciages triés en fonction de leurs propriétés mécaniques et visuelles.



Contreplaqué

Les panneaux de contreplaqués sont composés de placages minces obtenus par déroulage de billes de bois qui sont ensuite collés perpendiculairement afin de leur conférer de meilleures propriétés. Plusieurs épaisseurs et dimensions sont disponibles. Ce type de panneau est la référence en construction vu ses propriétés mécaniques remarquables et sa grande stabilité dimensionnelle. Les essences les plus courantes qui composent le contreplaqué sont l'EPS et le Sapin Douglas importé de la Colombie-Britannique. On le connaît aussi par son nom anglophone *Plywood*.



Panneaux de lamelles orientées (OSB)

Les panneaux de lamelles orientées, aussi connus sous leur nom anglophone *Oriented Strand Board* (OSB), sont constitués de minces copeaux de bois, généralement de bouleau ou de peuplier faux-tremble, et d'un adhésif. Le tout est pressé et chauffé pour donner un panneau dense et solide. Il est généralement fabriqué en trois couches où les copeaux sont orientés perpendiculairement pour accroître les propriétés mécaniques. Les panneaux OSB sont disponibles en plusieurs épaisseurs et dimensions. Ils sont utilisés dans les murs de refend et les diaphragmes. Ses excellentes propriétés mécaniques lui permettent de se substituer au contreplaqué. La principale différence entre les deux types de panneaux est leur comportement face à l'exposition à l'eau. En effet, l'OSB a tendance à gonfler de façon plus rapide et importante que le contreplaqué pour une même exposition à l'eau.



Bois de placage stratifié (LVL)

Plus connu sous son nom anglais, *Laminated Veneer Lumber* (LVL), le bois de placage stratifié est aussi fabriqué à partir de placages de bois qui sont laminés entre eux. Contrairement au contreplaqué, les placages minces sont tous orientés dans la même direction et les sections sont souvent beaucoup plus épaisses. Les LVL sont surtout utilisés dans les endroits où la résistance du bois de dimension n'est pas suffisante (par exemple, les linteaux). En plus d'avoir de meilleures propriétés mécaniques, les LVL ont aussi une meilleure stabilité dimensionnelle que le bois de dimension.



Bois à copeaux parallèles (PSL) et Bois de longs copeaux laminés (LSL)

Tous deux aussi plus connus sous leurs noms anglophones, le *Parallel Strand Lumber* (PSL) et le *Laminated Strand Lumber* (LSL) sont aussi des éléments en bois visant à remplacer le bois de dimension. Ils sont tous deux fabriqués à partir de copeaux, le PSL avec des copeaux épais et le LSL à partir de copeaux minces. Ils sont utilisés comme alternative au bois de sciage traditionnel pour la fabrication de composants tels que les linteaux, poutres, solives de rive et montants de murs de grande hauteur. Ils sont disponibles en plusieurs dimensions, longueurs et grades.



Poutrelles en I

Les poutrelles en I sont composées d'un OSB en âme avec deux semelles en bois de dimension ou en LVL. Ces poutrelles sont utilisées dans les systèmes de planchers pour remplacer le bois de dimension. En s'inspirant des poutrelles en acier, la forme en I de la poutrelle est privilégiée afin d'optimiser l'inertie de l'élément et ainsi rentabiliser le plus possible la fibre de bois. Les poutrelles en I viennent en plusieurs hauteurs, grades et longueurs pour accommoder toutes les portées. Il est possible de faire des usinages dans l'âme de la poutrelle pour passer la mécanique du bâtiment en suivant les recommandations du manufacturier.



Poutrelles ajourées

Les poutrelles ajourées sont composées de deux semelles en bois de dimension reliées par des diagonales en bois ou en acier. Cette géométrie permet d'améliorer l'efficacité de l'élément pour utiliser le moins de bois possible tout en offrant des propriétés mécaniques intéressantes et bien précises, notamment en flexion. Les poutrelles ajourées visent à remplacer le bois de dimension dans les systèmes de planchers. L'avantage par rapport aux poutrelles en I est qu'il est plus facile de passer la mécanique du bâtiment dans les trous entre les diagonales. Ils viennent aussi en une multitude de hauteurs, de portées et de longueurs. De plus, la plupart des nouveaux modèles sont adaptables en chantier grâce à leur âme pleine aux extrémités, ce qui permet aux installateurs d'assurer un ajustement parfait de la poutrelle.



Photo: Michel Lamontagne

Fermes de toit

Les fermes de toits sont fabriquées à partir de bois de dimension et de plaques métalliques aux jonctions. Elles sont fabriquées sur mesure selon les plans de l'équipe de conception. Elles peuvent être plates, avec une pente, ou avec deux pentes. Ces fermes permettent de sauver beaucoup de temps en chantier et ont l'avantage d'être très légères. C'est la liaison entre les fermes qui assure le support du toit et la rigidité nécessaire de celui-ci.

Tous matériaux confondus, l'ossature légère en bois est le système structural le plus économique. Ceci est dû au fait que le bois de sciage utilisé dans les structures à ossature légère est un matériau très abondant. En effet, il existe une centaine d'usines ou de distributeurs de composants préfabriqués aux quatre coins du Québec. Cette saine concurrence permet aux consommateurs d'avoir des prix très avantageux.

La préfabrication en usine prend de plus en plus d'ampleur au Québec. La préfabrication de murs, de planchers ou de sections de toit permet une meilleure précision et une plus grande répétabilité, puisque les ouvriers travaillent dans un environnement contrôlé et ont des postes de travail optimisés. La préfabrication est d'autant plus productive qu'elle peut avoir lieu peu importe la météo et qu'elle requiert peu de main-d'œuvre spécialisée. Beau temps, mauvais temps, ces usines peuvent fonctionner 24 h par jour, amortissant plus rapidement le coût de leurs installations et diminuant les délais de livraison. Ainsi, puisque les systèmes arrivent déjà tout assemblés au chantier, il est possible de faciliter l'érection de la structure, d'éviter plusieurs imprévus et de réduire le temps associé à cette étape de construction de façon considérable.

L'envergure que peut prendre un bâtiment à ossature légère dépasse largement le contexte des maisons unifamiliales. En effet, de plus en plus de bâtiments de moyenne à grande envergure sont construits selon ce principe. Par exemple, le Prisme (phases C et D) à Québec est composé de deux bâtiments de six étages abritant respectivement 66 et 64 unités de logements pour un total de 2 179 m² entièrement fait en 2x6 et en poutrelles ajourées. Il est aussi possible d'atteindre de très longues portées, comme dans le cas du siège social de Dessercom, une entreprise de services ambulanciers et de transport médical située à Lévis. Dans la section garage, qui totalise 1 859 m², les fermes de toit légères en bois offrent une portée libre de 26,5 m. Pour ce qui est des murs, bien que les hauteurs standards oscillent entre 1,83 m et 4,88 m, ceux-ci peuvent aujourd'hui atteindre jusqu'à 10 m de haut en utilisant des montants en bois d'ingénierie, tel que le bois de charpente composite (LVL, LSL ou PSL), ou en bois lamellé-collé [12]. C'est le cas de la Maison Mazda à Saint-Félicien : les murs préfabriqués avec des montants en bois laminé-jointé (LFL) font 5,5 m de haut dans la section garage et s'élèvent à 7 m dans la partie abritant les bureaux [17].



Photo : Clyvanor

Autre aspect intéressant et qui fait souvent l'objet de réserve par rapport à l'ossature légère : l'esthétique. Généralement, la structure n'est pas apparente, car elle est recouverte de gypse. Or, il est possible de sortir des sentiers battus comme l'a fait l'équipe de conception du siège social de la firme d'architecture STGM, à Québec, le premier bâtiment canadien certifié LEED® platine [11]. L'utilisation de poutrelles ajourées doubles peintes en blanc au plafond laisse visibles les équipements mécaniques du bâtiment, ajoutant un caractère moderne et industriel tout en mettant en valeur les composants en ossature légère qui constituent le support du toit.

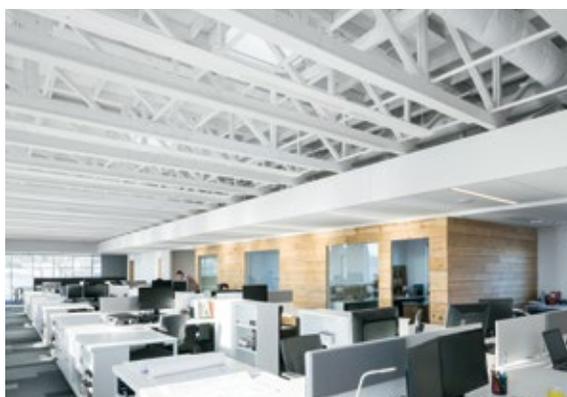


Photo : Stéphane Groleau

De nouveaux produits en bois font leur apparition sur le marché pour remplir des fonctions précises. Les produits LVL, LSL et Parallam peuvent s'employer dans certaines applications où une résistance et/ou une stabilité dimensionnelle supérieure est requise. Ces produits deviennent particulièrement intéressants dans le contexte de bâtiments multiétages en ossature légère. Le fait de construire des bâtiments plus haut engendre de nouvelles contraintes et exigences techniques qui ne peuvent être satisfaites seulement par le bois de dimension. Par exemple, en considérant les charges des étages supérieurs transmises aux étages inférieurs par l'entremise des murs, l'ingénieur doit surdimensionner certains composants des étages inférieurs comme les linteaux et les lisses, ce qui engendre d'importants changements dimensionnels qui s'additionnent d'étage à étage, causant ainsi un problème majeur. L'utilisation de produits comme le LVL, le LSL et le PSL, qui présentent une stabilité dimensionnelle beaucoup plus importante que le bois de dimension, permet au concepteur d'utiliser d'importantes sections pour ces composantes sans se soucier du retrait de celles-ci, et ainsi de régler la problématique auquel il faisait face avec le bois de dimension.

5.2 Poteaux-poutres

Avantages: Esthétique, courbes, grandes portées

Grâce à son esthétique et à son aspect massif, le système poteaux-poutres est probablement le système constructif le plus recherché lorsqu'on parle de construction en bois. On le reconnaît par ses éléments horizontaux (poutres) et verticaux (poteaux) fabriqués à partir de grandes sections de bois. Ce type de structure est généralement laissé apparent à l'intérieur des bâtiments, mettant ainsi en valeur toute l'esthétique et la chaleur du bois. Bien que les grosses sections de bois plein soient encore utilisées dans ce type de construction, il est possible de constater une forte croissance des produits lamellés-collés qui ont un meilleur rendement matière et qui sont plus versatiles en termes de géométrie.



Gros bois d'œuvre (GBO)

Le gros bois d'œuvre est en fait du bois de dimension qui présente des sections plus importantes. Le bois de dimension est disponible dans une gamme d'épaisseurs de 89 mm et moins, tandis que le gros bois d'œuvre se fait en épaisseurs de 114 mm et plus. Il est à noter que le bois de dimension est généralement séché en séchoir, tandis que le gros bois d'œuvre est séché à l'air seulement. Au Québec, les essences les plus faciles à se procurer sont le pin blanc, le sapin de Douglas (de la Colombie-Britannique) et dans une moindre mesure, l'épinette. D'autres essences comme le chêne blanc et le cèdre rouge de l'Ouest sont très utilisées dans le domaine des abris extérieurs de type gazebos.



Bois lamellé-collé (BLC)

Le bois lamellé-collé est composé d'éléments en bois de dimension collés parallèlement les uns aux autres. Il a les mêmes fonctions que le gros bois d'œuvre, mais est plus stable dimensionnellement et plus résistant mécaniquement. Le BLC québécois est majoritairement fabriqué avec de l'épinette et du pin. Plusieurs dimensions, longueurs et grades sont disponibles. Le procédé de fabrication du lamellé-collé permet d'être très efficace au niveau du rendement matière, et donc de minimiser la perte de bois.

Dû à la ressource forestière québécoise composée principalement de bois résineux de faible diamètre, peu de manufacturiers fabriquent des pièces qui dépassent 6x6. Souvent, lorsqu'on construit en gros bois d'œuvre, on utilise du sapin de Douglas provenant de la Colombie Britannique. En raison du climat plus clément à l'ouest du pays, ce conifère a une croissance plus constante et peut atteindre des diamètres impressionnants. À l'est, les hivers rigoureux freinent la croissance de nos épinettes noires, résultant ainsi en du bois de faible diamètre, mais de masse volumique plus importante, d'où l'idée du bois lamellé-collé.

Le bois lamellé-collé (BLC) est fabriqué à l'aide de petites sections de bois classés selon des critères de résistance mécanique, puis collées parallèlement les unes aux autres pour créer une plus grande section de bois. Le BLC est plus stable dimensionnellement et possède des propriétés mécaniques plus constantes que le gros bois d'œuvre. Sa stabilité dimensionnelle vient du fait que les lamelles qui le constituent sont séchées en séchoir, ce qui n'est pas le cas du gros bois d'œuvre, qui est séché à l'air. C'est pourquoi les ingénieurs doivent prévoir un changement dimensionnel important lors de la conception d'une structure en gros bois d'œuvre.

Le BLC vient en plusieurs grades et plusieurs dimensions pour permettre aux concepteurs d'optimiser leur design. De plus, les fabricants de bois lamellé-collé sont équipés de machines à commandes numériques qui leur permettent de tailler les connexions et détails d'assemblage nécessaires en usine pour qu'une fois sur le chantier, la structure s'assemble plus facilement.

D'autre part, la fabrication d'éléments courbes en bois lamellé-collé se fait beaucoup plus facilement qu'en gros bois d'œuvre ou même qu'en acier ou en béton. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, il n'est pas nécessaire d'utiliser de la chaleur ou de l'humidité pour arriver à courber ces impressionnantes pièces en bois. Le cintrage se fait à température pièce par

un système de pressage et, en quelques heures, l'adhésif est fixé et l'arche en bois est créée. Cette géométrie permet d'atteindre de très grandes portées comme c'est le cas, par exemple, au Stade Telus de l'Université Laval. Les 13 arches qui composent la toiture du stade de soccer de l'équipe du Rouge et Or atteignent une portée de 68,5 m. Ces arches ont dû être transportées en trois sections, puis assemblées sur le chantier.

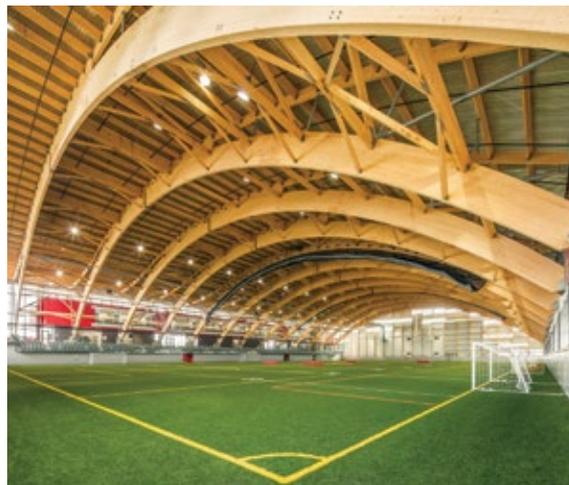


Photo : Stéphane Groleau

Dans les constructions en poteaux-poutres, les éléments en bois peuvent être connectés directement les uns aux autres avec des vis, boulons ou tire-fond. Parfois, l'emploi d'éléments métalliques s'avère nécessaire pour reprendre des charges plus importantes. Pour ce qui est de l'enveloppe du bâtiment, on utilise des murs de remplissage ou une large fenestration, ce qui donne un effet aéré très prisé.

5.3 Panneaux en bois massifs

Avantages: Grandes portées, facilité et rapidité d'installation, stabilité dimensionnelle



Photo: Nordic Structures

Bois lamellé-croisé (CLT)

Les panneaux en bois lamellé-croisé, aussi connus sous leur acronyme anglais CLT —pour *Cross Laminated Timber*—, sont composés de plusieurs strates de bois collés perpendiculairement (à 90°) les uns aux autres pour former des panneaux massifs, un peu à l'image du contreplaqué. Ces panneaux ont des propriétés mécaniques très intéressantes pour être utilisés comme murs des bâtiments de grande hauteur, comme platelage ou comme plancher avec de grandes portées. Les fabricants de CLT fabriquent sur mesure les panneaux selon les plans et devis de l'équipe de conception. Les panneaux arrivent sur le chantier avec tous les usinages nécessaires, comme les trous pour les fenêtres, les portes, les équipements mécaniques et les assemblages. L'épinette noire est l'essence utilisée pour le CLT dans l'est, tandis que c'est le Sapin Douglas dans l'ouest.

Utilisé en Europe dès le milieu du 20^e siècle, le bois lamellé-croisé (CLT) connaît une percée depuis quelques années, notamment avec la construction de bâtiments en bois de moyenne et de grande hauteur.

Les bâtiments assemblés avec des panneaux en CLT sont assez récents dans le paysage québécois. L'immeuble à condos Origine, dans le quartier Pointe-aux-lièvres, à Québec (2018), est actuellement le plus haut bâtiment 100 % en bois en Amérique du Nord avec ses 13 étages et ses 40,9 m de hauteur [18]. Tout le système de reprise de charge gravitaire et latérale est fabriqué en CLT. Le complexe Arbora dans le quartier de Griffintown, à Montréal (2017), est quant à lui le projet en bois le plus important au Québec à ce jour. Les trois bâtiments de huit étages abritent 434 unités d'habitation sur 55 515 m² et 3250 m² d'espaces commerciaux au rez-de-chaussée.

D'autres types de panneaux massifs en bois font peu à peu leur apparition sur le marché. Le bois lamellé-cloué —*Nailed Laminated Timber* (NLT)— ou encore le bois lamellé-gougeonné —*Dowel Laminated Timber* (DLT)— utilisent soit des clous ou des gougeons de bois pour fixer parallèlement les lamelles de bois.



Photo: Stéphane Groleau

5.4 Structures hybrides en bois

Avantages : Optimisation des coûts, structures complexes

L'utilisation de différents systèmes constructifs au sein même d'un bâtiment peut souvent s'avérer une solution optimale. De cette façon, il est possible de jumeler les avantages des différents systèmes structuraux en bois : l'aspect très économique de l'ossature légère en bois, l'esthétique du bois lamellé-collé et la performance structurale du CLT.

Par exemple, la municipalité de St-Éphrem (voir page 65), en Beauce, désirait utiliser une structure de type poteaux-poutres en bois lamellé-collé, mais en utilisant seulement ce système structural, la municipalité dépassait son budget [19]. L'équipe de conception a alors pris la décision de concentrer les éléments en bois lamellé-collé dans le point de convergence du bâtiment, soit le hall d'entrée et le vestibule. Le reste du bâtiment a été construit en ossature légère en bois, permettant ainsi de respecter le budget initial tout en offrant le cachet désiré au bâtiment.

système de poutres de type caissons en bois lamellé-collé et en CLT. Le même principe a été repris pour la toiture plate du Stade de soccer de Montréal (voir page 79) qui est constitué de 11 de ces poutres-caissons. Ces impressionnantes poutres font 4,1 m de haut et portent sur la largeur complète du terrain de soccer, soit 69 m.

L'équipe de conception pourrait aussi choisir de faire un concept de poutre ajourée de grande envergure, comme c'est le cas à l'aréna de Saint-Gabriel-de-Brandon. Les grandes fermes de toit ajourées faites en bois lamellé-collé supportent un platelage en CLT, donnant une signature particulière à la surface glacée. Pour la réfection du Manège militaire des Voltigeurs de Québec, une autre sorte de triangulation a été privilégiée : des fermes trapézoïdales en bois lamellé-collé confèrent ainsi une esthétique unique dans la grande salle multifonctionnelle de cet édifice patrimonial.



Photo : Les architectes Odette Roy et Isabelle Jacques



Dans le cadre de projets d'envergure, l'équipe de structure doit parfois innover pour réaliser des projets hors du commun. Par exemple, dans le cas du pont Maicasagi, un pont forestier situé au nord de Waswanipi, dans le Nord-du-Québec, et considéré comme un des plus longs ponts droits en bois à portée simple (68 m), les concepteurs ont utilisé un

5.5 Structures hybrides (acier-bois, bois-béton)

Avantages : Optimisation des coûts, optimisation des matériaux

Malgré les nombreux avantages du bois, il faut parfois se rendre à l'évidence que dans certaines applications, le béton ou l'acier performant mieux. Que ce soit pour des contraintes physiques ou mécaniques, le béton ou l'acier peuvent être utilisés en remplacement du bois. À l'instar des structures d'acier, les structures en bois reposent d'ailleurs toujours sur une dalle en béton, puisque c'est le matériau le plus adapté pour cette application.

Il peut être intéressant de combiner deux matériaux et/ou systèmes structuraux pour tirer le meilleur de chacun. L'aréna de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), à Saguenay, utilise un système de fermes de toit en bois sous-tendues avec une membrure en acier. Le bois ayant de bonnes propriétés mécaniques en compression, il a été utilisé pour la membrure supérieure, tandis que l'acier, plus performant que le bois en tension, a été privilégié pour la membrure inférieure. De cette manière, l'équipe de conception a optimisé un concept pour utiliser les forces des deux matériaux.

Un autre bon exemple de construction hybride est la Caserne 34 (voir page 91), à Longueuil [20]. Cette structure de 1 122 m² disposée sur un étage allie trois systèmes structuraux, dont deux en bois. Le premier système est un système poteaux-poutres en bois lamellé-collé muni d'un platelage en CLT, ce qui a permis d'atteindre de grandes portées pour le garage où les camions sont entreposés. La structure de la partie administrative est conçue en ossature légère, un système efficace et économique qui fait souvent la différence au niveau du respect du budget, aspect primordial dans un contexte municipal. Une structure d'acier a été utilisée pour la tour à boyau et pour la façade au-dessus des portes de garage. L'utilisation ingénieuse des différents matériaux et systèmes constructifs disponibles sur le marché a permis de respecter la volonté de la municipalité de construire en bois pour des raisons environnementales tout en respectant son budget et en offrant un espace de travail plus agréable aux pompiers.



Photo : Adrien Williams

6 Parements en bois

Il existe une multitude de produits de parements à base de bois offrant une grande variété de formes, de textures et de teintes. On dénombre quatre principaux types de produits possédant leurs propres caractéristiques :



Bois massif

Il existe une gamme très étendue de motifs et de finis de revêtements en bois massifs teints ou peints en usine, permettant une multitude de possibilités aux concepteurs. La gamme de couleurs est pratiquement infinie. Certaines essences de bois ne nécessitent pas de teinture ou de peinture, dépendamment de l'effet recherché.



Panneaux feutrés

Les revêtements en panneau feutrés, mieux connus sous le nom de leur marque de commerce CanExcel, sont fabriqués à 95 % de fibre de bois. Additionnés de résine et de cire, ils sont ensuite pressés pour produire des panneaux à haute densité. Encore une fois, une multitude de motifs et de finis sont disponibles sur le marché et les peintures sont toujours appliquées en usine.



Bardeaux de cèdre

Le bardeau de cèdre est un revêtement très durable. Cette essence a la capacité de résister naturellement à la pourriture et aux insectes. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de lui appliquer un traitement de préservation. Un traitement à l'arséniate de cuivre chromaté peut être appliqué sur les bardeaux de cèdre employés sur les toits afin d'augmenter leur longévité. Le bardeau de cèdre non traité décolorera toutefois sous l'effet des rayons UV.



Photo : Charles O'Hara

Stratifiés compacts haute pression

Le panneau stratifié compact haute pression est constitué de diverses couches de papier kraft trempées dans des résines de phénol, puis comprimées sous haute chaleur. Les panneaux contiennent environ 70 % de fibres de bois et sont disponibles dans une infinité de couleurs.

Chaque fabricant aura ses propres recommandations sur le produit qui sera le plus performant selon les critères du client. Dépendamment des produits utilisés et surtout des pigmentations/opacités retenues, les garanties offertes varieront grandement (souvent entre 1 et 20 ans). Plusieurs revêtements seront encore en très bon état après la garantie, mais dépendamment de l'exposition aux rayons UV, il est possible de remarquer un changement de couleur.

Aussi, il est très important de suivre rigoureusement les recommandations du fabricant sur la pose de ces revêtements. Le meilleur produit mal posé n'offrira pas une durabilité optimale. À cet égard, vous pouvez vous référer au *Guide des meilleures pratiques d'installation du revêtement extérieur en bois massif* [21].



Détails de conception, durabilité et protection

Photo: Stéphane Brügger

7 La durabilité : une question de conception bien pensée

Les concepteurs québécois spécifient des produits du bois depuis des décennies. Toutefois, comme il s'agit d'un matériau vivant qui réagit à l'eau et aux variations du taux d'humidité de l'air ambiant, certaines précautions sont de mise, surtout lorsqu'il est utilisé à l'extérieur. Avec de bons détails de conception et de réalisation, les éléments en bois jouissent d'une durabilité et d'une longévité appréciables.

Cette section présente plusieurs principes de base permettant d'assurer une bonne conception ainsi que la durabilité des éléments intérieurs et extérieurs en bois. Bien qu'expliqués avec beaucoup de détails, ils sont souvent traités davantage dans d'autres guides publiés antérieurement par **cecobois**, notamment :

- le **Guide des bonnes pratiques pour la construction en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie** [22];
- le **Guide des meilleures pratiques d'installation du revêtement extérieur en bois massif** [21];
- le **Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois** [23];
- le **Guide technique sur la conception de bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois** [24];
- le **Guide technique sur la conception de poutres et colonnes en gros bois** [25];
- le **Guide de conception des assemblages pour les charpentes en bois** [26].

Mise en garde

À noter que ces guides, bien que complémentaires aux codes et normes applicables et aux guides d'installation des fabricants, ne les remplacent en aucune façon. Il est de la responsabilité des concepteurs de prendre en compte toute la documentation disponible. **cecobois** peut assister gratuitement les municipalités et les professionnels du bâtiment afin de s'assurer que les détails de conception soient conformes aux bonnes pratiques permettant d'assurer la durabilité des constructions en bois.

7.1 Propriétés du bois à connaître et détails

7.1.1 Le bois et l'humidité

Le bois est un matériau hygroscopique, c'est-à-dire qu'il réagit à l'eau et aux variations du taux d'humidité de l'air ambiant. Comme matériau, il peut absorber ou libérer une certaine quantité d'eau selon la température et l'humidité relative de l'air. Ce phénomène engendre des changements de dimensions appelés retrait et gonflement.

On comprendra donc qu'un contact direct avec l'eau ou des conditions humides pendant une période prolongée peuvent avoir un impact sur la teneur en humidité du bois. Une teneur en humidité du bois supérieure à 18 % pendant une longue période le rend sensible aux attaques fongiques. C'est notamment pour cette raison que le code national du bâtiment exige que la teneur en humidité des éléments

d'ossature en bois n'excède pas 19% au moment de leur mise en œuvre. Les bois d'ingénierie, quant à eux, sont habituellement séchés à des teneurs en humidité autour de 12 % afin d'assurer un collage efficace des différents éléments et une stabilité dimensionnelle adéquate en service.

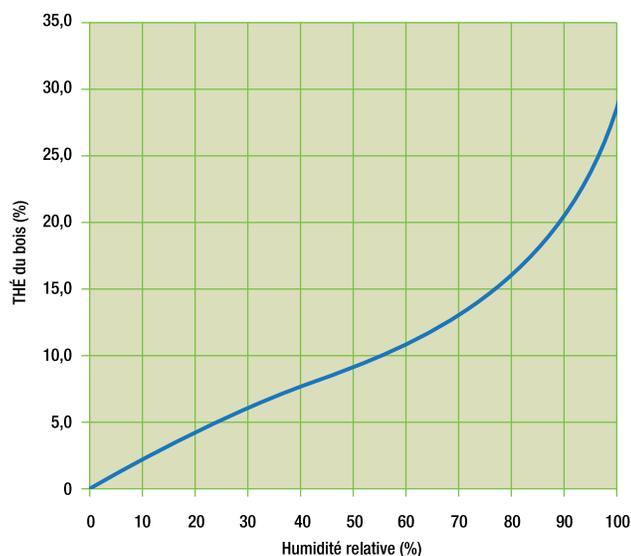
Le **tableau 4** présente les teneurs en humidité requises pour les différents produits du bois. On peut ainsi constater qu'en s'assurant de sécher le bois adéquatement, on empêche la croissance de moisissure et de pourriture. Toutefois, il est important de se rappeler que les conditions d'entreposage et d'utilisations peuvent faire augmenter l'humidité du bois et ainsi créer des problèmes de dégradation fongique.

TABLEAU 1 • Teneurs en humidité requises pour les différents produits du bois

Produits	Norme de fabrication	Teneur en humidité requise à la fabrication
Bois de sciage	NLGA	$H \leq 19\%$
Bois lamellé-collé	CSA 0122	$7\% \leq H \leq 15\%$
Bois lamellé-croisé (CLT)	PRG 320	$9\% \leq H \leq 15\%$
Panneaux OSB	PS-2	$H \leq 16\%$ ¹
Panneaux contreplaqués	PS-1	$H \leq 18\%$ ¹
LVL, PSL, LSL, OSL	Produits propriétaires	$H \leq 10\%$
Revêtements extérieurs	Produits propriétaires	

¹ Dû aux procédés de fabrication, les panneaux OSB et contreplaqués sont fabriqués à une humidité entre 4 % et 8 %.

L'équipe de projet doit donc prendre en compte la susceptibilité du bois à l'humidité au moment de la conception. La bonne nouvelle est que le phénomène de perméance du bois, c'est-à-dire la capacité du bois à absorber l'humidité, est très bien connu. La teneur d'humidité à l'équilibre du bois (THÉ) est l'humidité à laquelle le bois s'équilibrera lorsqu'exposé à des conditions d'humidité relative et de température sur une longue période de temps. Le graphique suivant illustre ces conditions.



À l'intérieur d'un bâtiment chauffé (à 21 °C), l'humidité relative au Québec se situe généralement entre 45 % et 65 %, dépendamment des saisons. À ces conditions climatiques, on voit que la teneur en humidité d'équilibre du bois oscille entre 8 % et 12 %, donc loin du 18 % nécessaire au développement de moisissures.

Quant aux piscines, aux arénas, aux garages ou tout autre bâtiment où il y a constamment une source d'eau, l'expérience montre qu'avec un système de ventilation et de déshumidification standard, il n'y a aucun problème à utiliser le bois comme matériau structural.

FIGURE 11 • Teneur en humidité d'équilibre du bois à 21 °C (Source : Conseil canadien du bois).

Le bois : un matériau adapté aux piscines et aux arénas

En raison de sa faible conductivité thermique, le bois est un matériau de choix pour réduire les risques de condensation dans les environnements où le taux d'humidité est plus élevé, comme dans les piscines intérieures et les arénas. Dans ces endroits, la norme ASHRAE stipule que le niveau d'humidité relative doit se situer entre 50 et 60 %. Si ce taux est élevé, il est toutefois insuffisant pour que la moisissure se forme sur les éléments structuraux en bois. En effet, à une humidité relative de 75 % et une température de 21 °C, la teneur en eau d'équilibre du bois lamellé-collé restera à environ 15 %, soit sa teneur en humidité approximative au moment de la fabrication. Pour que des problèmes de pourriture apparaissent à cette température, il faudrait atteindre un niveau d'humidité ambiant supérieur à 95 %. La condensation non contrôlée sur une verrière ou un problème important au



Photo : Hugo Lacroix

niveau de la ventilation pourrait en être la cause. Autre avantage : le bois n'est pas affecté par les produits chimiques, comme le chlore, qui sont fréquemment utilisés pour le traitement de l'eau des piscines.

À l'extérieur, la variation de température et d'humidité relative est beaucoup plus importante. Selon la saison et la situation géographique du bâtiment, la teneur en humidité d'équilibre du bois oscille entre 11 % et 16 %. Il est à noter que sous 0 °C, l'eau gèle, si bien que théoriquement, il n'y a plus de flux d'humidité possible à travers le bois.

D'autre part, il n'y a pas seulement l'humidité de l'air qui peut affecter la teneur d'équilibre du bois : l'eau liquide aussi. Surtout au printemps, la fonte des neiges peut apporter son lot d'humidité supplémentaire. En contact direct sur un élément de bois, l'eau finira par pénétrer dans sa structure cellulaire, augmentant ainsi la teneur en humidité à l'équilibre de l'élément. Au Québec, il est aussi important de penser aux accumulations de neige sur le bois non protégé. La neige poussée par le vent peut se retrouver à des endroits où la pluie n'irait pas normalement, puis, le printemps venu, cette neige fond et amènera de l'eau à un endroit non désiré.

Aussi, si l'apparition de gerces et de fissures ne cause généralement pas de problème d'intégrité structurale, ces dernières peuvent toutefois devenir des endroits où l'eau peut s'accumuler. Cette eau augmentera la THÉ du bois et causera ultimement des problèmes de dégradation fongique. Le problème peut aussi être accentué avec les cycles de gel-dégel que nous avons au Québec.

7.1.2 La résistance au feu

Le bois, surtout dans le cas des structures en gros bois d'œuvre ou en bois d'ingénierie, offre une bonne résistance au feu : il ne perd que de 10 à 15 % de sa résistance structurale sous l'effet des températures extrêmes générées par un incendie. Sa réaction est également prévisible et calculable, ce qui permet aux concepteurs de dimensionner les éléments structuraux en bois selon le degré de résistance au feu désiré. En effet, le bois brûlant à une vitesse de 0,65 mm/min, ceci veut dire qu'après 45 minutes, une pièce de bois n'aura brûlé que d'environ 29 mm, permettant au centre de la pièce de conserver sa résistance structurale. Plus les éléments en bois sont gros, meilleure est leur résistance au feu et plus ils peuvent supporter les charges longtems.



Photo : Adrien Williams

7.1.2.1 Solutions pour augmenter le degré de résistance au feu (DRF) des structures en bois

Bien que le bois se comporte généralement bien en situation d'incendie, il existe des situations où la résistance naturelle du bois n'est pas suffisante pour atteindre le degré de résistance au feu (DRF) requis dans un bâtiment. Pour ce faire, le concepteur peut opter pour différentes solutions.

Une des plus utilisées est d'encapsuler le bois dans un matériau incombustible, par exemple, du gypse. De cette manière, le bois n'est pas exposé aux flammes d'un incendie potentiel. C'est souvent la solution retenue dans les constructions à ossature légère.

Une autre stratégie est d'effectuer le dimensionnement des éléments porteurs afin de fournir la résistance incendie recherchée. En surdimensionnant les éléments porteurs en bois, le concepteur s'assure qu'après un certain temps de carbonisation, les charges du bâtiment puissent encore être supportées. Cette stratégie est utilisée surtout dans la construction poteaux-poutres pour conserver le bois apparent.

Bien sûr, il est possible de trouver un compromis entre les deux stratégies pour trouver un équilibre économique et esthétique.

Les exigences de sécurité incendie du Code de construction du Québec (CCQ) reconnaissent les avantages que procure la construction en gros bois d'œuvre pour la résistance au feu. Si le bâtiment est protégé par des gicleurs et si les dimensions minimales des éléments porteurs sont respectées, le CCQ considère qu'il est peu probable qu'un incendie gagne assez d'ampleur pour menacer l'intégrité structurale des éléments en gros bois, qu'ils soient en bois d'œuvre ou en bois d'ingénierie, et autorise donc ce type de construction dans plusieurs cas où une construction incombustible est exigée (CCQ, article 3.2.2.16) [27].



Photo : Cree GmbH

7.1.2.2 Indice de propagation de la flamme (IPF)

L'indice de propagation de la flamme est une classification de la vitesse de propagation de la flamme à la surface d'un matériau d'après l'essai normalisé CAN4-S102 [28]. Cet indice est indépendant du DRF: l'IPF prend seulement en considération la surface du matériau, si bien qu'il s'appliquera surtout aux revêtements placés sur les murs et les plafonds. Tout produit de revêtement appliqué sur le bois est susceptible d'affecter son IPF. Plus l'indice est élevé, plus une flamme se propagera rapidement à la surface du matériau. Le code peut restreindre l'IPF des matériaux dans certains types de bâtiments ou dans certaines parties, comme les issues de secours, par exemple.

TABLEAU 5 • Indice de propagation de la flamme (IPF)

Classe	Indice de propagation de la flamme (IPF)
A	0-25
B	30-75
C	80-200

L'IPF du bois varie en fonction de l'essence, mais se trouve surtout dans la classe C et, en de rares occasions, dans la classe B. Même son de cloche pour les produits d'ingénierie en bois, tels que les contreplaqués et les panneaux OSB.

Il existe quelques produits qui peuvent diminuer l'IPF du bois, mais ils sont très rares à avoir une certification reconnue au Canada. Peu de manufacturiers offrent une solution clé en main avec une application de produit retardateur de flamme en usine. C'est pour cette raison que lorsqu'une classe A est exigée, l'équipe de conception n'a pas le choix d'opter pour un matériau incombustible comme les panneaux de gypse, qui a un IPF de 25.

Il est à noter que les restrictions d'IPF ne s'appliquent pas aux revêtements de plancher. De plus, le CCQ peut permettre un IPF plus élevé dans une certaine proportion de la surface des murs et des planchers.

7.1.3 Le bois et le confort acoustique

En plus de permettre d'obtenir une acoustique harmonieuse, le bois, en raison de sa structure cellulaire particulière, possède une meilleure capacité d'insonorisation que bien des matériaux. Cependant, pour atteindre un niveau confortable de bruit dans une unité, on doit combiner le bois à d'autres matériaux. Les acousticiens sont en mesure de s'assurer que le son sera harmonieux dans une pièce. Leur travail est surtout reconnu dans les salles de concert ou les salles de spectacles, où le son est primordial pour l'expérience du spectateur.

Il est d'abord important de distinguer les bruits aériens des bruits d'impact. Les **bruits aériens** sont générés, par exemple, par la circulation dans la rue ou une conversation entre deux personnes dans la pièce d'à côté. Les **bruits d'impact**, comme leur nom l'indique, sont causés par un impact direct sur le mur ou le plancher/plafond : par exemple, une balle qui rebondit sur un mur ou les pas d'une personne qui marche à l'étage. Dans les deux cas, ces bruits qui traversent d'une pièce à l'autre peuvent importuner les occupants de la pièce et la rendre inconfortable.

Deux unités de mesure servent à quantifier le confort acoustique d'un bâtiment : l'indice de transmission du son (*Sound transmission class - STC*) pour les bruits aériens et l'indice d'isolation aux bruits d'impact (*Impact insulation class - IIC*) pour les bruits d'impact. Le Code national du bâtiment (CNB) exige un indice STC d'au moins 50 et recommande, sans l'exiger, un ICC de 55.

Dans le domaine de l'acoustique, le diable est dans les détails : c'est pourquoi l'équipe de conception doit minutieusement penser aux assemblages. Il existe quatre grands principes pour améliorer l'insonorisation d'un bâtiment [29] :

> **Densité des matériaux** : Plus un matériau est dense, par exemple l'acier, plus sa fréquence de vibration sera haute, donc transportera plus facilement le son (plus loin et plus rapidement). En contrepartie, dans le cas des matériaux moins denses, tels que le bois, leur fréquence de vibration est plus basse, si bien qu'ils conduisent moins le son. C'est ainsi que le bois peut absorber les vibrations et les sons.

> **La masse et la résilience** : Plus les matériaux sont lourds, épais et de grande masse, moins ils vibrent et plus ils bloquent les sons et apportent de l'inertie au bâtiment. C'est pourquoi on voit souvent une mince chape de béton par-dessus la structure de plancher en bois. Combinée avec une membrane acoustique, cette masse contribue à l'alternance « masse-ressort-masse ». Une telle combinaison permet à la fois l'absorption et la résilience des vibrations.

> **Les cavités et les surfaces** : les cavités non protégées de la structure d'un bâtiment amplifient la transmission du son. De plus, les surfaces lisses et dures réfléchissent les sons, créant une sorte de caisse de résonance.

> **Désolidarisation** : Le contact direct entre des matériaux rigides de la structure ou des finis de plancher occasionnent le transfert, le transport et même l'amplification, selon le cas, des sons et des vibrations. En dissociant les matériaux de haute densité les uns des autres par des matériaux résilients, on s'assure ainsi de diminuer le déplacement des vibrations. C'est ici que les détails et l'exécution de ces derniers sont primordiaux.

Il ne faut pas hésiter à s'entourer de professionnels compétents en la matière. Ils pourront vous aider à déterminer la composition des murs et des planchers selon les fonctions des pièces.

8 Assurer la durabilité des éléments en bois

Les précautions à prendre afin d'éviter que la teneur en humidité des produits en bois soit problématique varient selon qu'il s'agisse d'éléments structuraux, d'un revêtement extérieur ou d'une terrasse extérieure. Mais dans tous les cas, trois règles de base s'appliquent : **limiter l'exposition directe à la pluie, assurer un bon drainage et favoriser l'assèchement rapide des surfaces.**

8.1 Reconnaître les signes de dégradation du bois

Il est d'abord important de faire la distinction entre les colorations, les moisissures et les pourritures, puisqu'elles ne se forment pas toutes ni affectent le bois de la même façon.

La **coloration** et la **moisissure** sont des altérations superficielles du bois. Celles-ci sont provoquées par le développement de spores de champignon qui apparaissent sur la surface du bois en présence de conditions humides. Ces types d'altérations n'ont pas d'effet sur l'intégrité des propriétés mécaniques et physiques du bois, outre sa couleur. Elles peuvent se manifester, par exemple, par un noircissement du bois en surface. La moisissure n'est pas uniquement liée à la présence de bois, car elle peut aussi, entre autres, se développer sur la poussière se retrouvant sur les différents matériaux. Bien que les spores

n'aient pas d'effet sur le bois, ceux-ci sont volatils et peuvent nuire à la qualité de l'air ambiant, ce qui peut poser un problème pour les occupants des bâtiments ou les personnes en contact avec le bois affecté. Les tests de qualité de l'air de Santé Canada permettent de détecter les taux de moisissures dans l'air et de déterminer leur niveau de danger.

La **pourriture**, quant à elle, est causée par la présence de champignons qui dégradent la lignine dans la structure cellulaire du bois. La pourriture a lieu dans des milieux très humides. Cette grave détérioration affecte l'intégrité du bois et peut remettre en question la fiabilité structurale de l'élément. Le **tableau 6** présente les conditions d'humidité et de température favorisant le développement de champignons sur le bois.



Colorations



Moisissures



Pourritures

TABLEAU 6 • Conditions générales de développement des champignons sur le bois

	Coloration/Moisissure	Pourriture
Teneur en humidité du bois	> 18 %	> 28 %
Température	4* à 55 °C	0 à 40 °C
Humidité relative	> 75-85 %	95-98 %

*La plupart des moisissures requièrent une température minimale de 4°C. Des études ont cependant démontré que certains types de moisissure peuvent croître jusqu'à -7°C.

8.2 Protection des éléments intérieurs

En règle générale, le bois qui a été séché dans le but de faire correspondre sa teneur en humidité à celle de son environnement de service ne devrait pas présenter de changement dimensionnel important, développer de moisissure ou de pourriture ou encore se dégrader de façon accélérée s'il est utilisé à l'intérieur d'un bâtiment. Cependant, certaines situations particulières font en sorte que le bois peut se retrouver exposé à un taux d'humidité plus important.

À l'intérieur, les sources potentielles d'apport d'humidité sont surtout reliées à l'utilisation du bâtiment. Par exemple, dans les bâtiments institutionnels comme les écoles et les centres communautaires, il est important de prévoir des pieds de colonne relevés de quelques centimètres pour éviter que les activités de nettoyage de plancher entraînent de l'eau sur le bois. Dans un bâtiment industriel comme un garage, on se doit de protéger le bois ou de s'assurer que ce dernier sèche rapidement là où il y a un potentiel d'infiltration d'eau, par exemple, aux endroits où les équipements sont nettoyés. Il est donc important de bien ventiler ces espaces et d'ajouter des déshumidificateurs au besoin.

Éviter les remontées d'humidité des fondations en faisant de bons détails lors de la conception, éviter de tremper le bois dans le béton et ainsi créer une

trappe à humidité, ou encore prévoir la condensation qui pourrait avoir lieu dans un bâtiment sont autant de mesures préventives qui éviteront bien des problèmes.

Les fenêtres, et plus particulièrement les puits de lumière, sont des endroits susceptibles de recevoir de la condensation. En soi, la condensation n'est pas problématique et est, dans certains cas, inévitable. L'important est que cet apport d'eau soit géré efficacement avec les principes mentionnés précédemment.

Il est également important pour la durabilité des éléments en bois de prévoir le comportement du bâtiment selon les conditions d'utilisation. Par exemple, lors de la fabrication de la glace dans un aréna, il y a un grand apport d'eau pour former la patinoire. Si la glace est réalisée en été, alors que la température extérieure est élevée et que l'intérieur doit être climatisé pour refroidir la surface, on doit s'attendre à une importante quantité de condensation et de vapeur d'eau. Ces apports en humidité doivent être gérés par les équipements prévus à cet effet, comme un bon système de ventilation et des déshumidificateurs, sans quoi les membrures de bois seront exposées à des sources d'humidité et se dégraderont plus rapidement.

Doit-on appliquer un produit de protection sur les produits du bois utilisés à l'intérieur ?

Les éléments structuraux et architecturaux utilisés à l'intérieur sont des éléments qui ont été conditionnés et qui sont très peu exposés aux intempéries, ce qui fait qu'ils ne nécessitent pas de protection. L'application d'un produit, dans ce cas un produit de finition et non de protection, servira soit dans une optique purement esthétique, soit pour améliorer la longévité d'un revêtement intérieur en bois soumis à des passages fréquents (par exemple, les planchers).

8.3 Protection des éléments extérieurs

À l'extérieur, il est important de faire la distinction entre le bois de structure et le bois de parement. Par structure, on entend tous les éléments qui ont pour fonction de supporter le bâtiment, tandis que le parement est tout ce qui sert à protéger la structure. Le degré de tolérance à la dégradation sur un parement est plus élevé que sur le bois de structure. Un parement en bois est beaucoup plus facile à entretenir ou, dans certains cas extrêmes, à remplacer qu'un élément de la structure.

8.3.1 Les éléments structuraux extérieurs

Le concept de protection constructive consiste à protéger les éléments en bois des intempéries à l'aide de la structure elle-même. Une technique simple à se rappeler en conception est l'acronyme DDSD :

- > **Dévi**ation : limiter le contact du bois avec l'eau ;
- > **Drainage** : permettre l'écoulement de l'eau sur le bois ;
- > **Sé**chage : favoriser le séchage rapide du bois ;
- > **Durabilité** : choisir des matériaux appropriés.

La toiture joue un rôle primordial dans la protection des éléments structuraux en bois à l'extérieur. On considère généralement que tout élément structural, notamment des poutres et des colonnes en bois lamellé-collé, situé à un angle de 30° de la toiture est protégé des intempéries. Donc, tout élément de structure qui ne respecte pas la recommandation du 30° devrait être protégé par un produit de protection ou par un élément de parement.

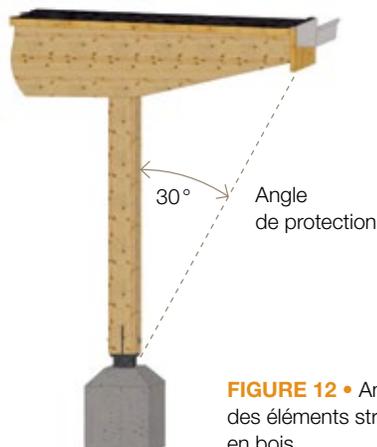


FIGURE 12 • Angle de protection des éléments structuraux extérieurs en bois.

D'autres stratégies peuvent également être envisagées pour éviter le contact du bois avec l'eau, incluant l'inclinaison des poteaux vers la façade à un angle d'au moins 30°, la coupe en biseau de l'extrémité des poutres et une surélévation minimale de 30 à 40 cm des pieds de colonne afin de les dégager des éclaboussures et de l'accumulation de neige.

Les éléments structuraux extérieurs en bois lamellé-collé de la Place des citoyens, à Sainte-Adèle, (voir page 71) sont conçus de façon à assurer leur pérennité : débords de toit suffisamment larges, colonnes inclinées, extrémité des poutres coupée en biseau et surélévation minimale de 30 à 40 cm des pieds de colonnes.

En l'absence d'une protection suffisamment large, il est possible de prévoir des solins. La gestion de l'eau de pluie doit être alors étudiée avec attention pour s'assurer que l'eau redirigée par le solin n'affecte pas un élément voisin de l'élément protégé. De plus, une ventilation adéquate sous le solin doit être prévue. Minimale, il faut protéger le dessus des éléments horizontaux et éviter que l'eau n'entre par l'extrémité des poutres et des colonnes (bois de bout) qui est plus poreuse que le côté des éléments.



Photo : Atelier IDEA

Pour tous les éléments extérieurs, particulièrement ceux qui ne sont pas entièrement protégés, le concepteur doit s'assurer de prévenir tout point d'accumulation d'eau et prévoir une excellente ventilation de tous les éléments en bois afin d'assurer un séchage rapide. Une attention particulière doit être apportée aux assemblages qui peuvent facilement causer une accumulation d'eau en plus de constituer des points d'entrée à l'intérieur du bois s'ils sont mal conçus. Pour plus de conseils sur les détails d'assemblages durables, référez-vous au *Guide de bonnes pratiques pour la construction commerciale en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie de ceco*bois [22].

8.3.2 Les parements extérieurs en bois

Puisqu'ils servent à protéger l'enveloppe du bâtiment et à évacuer l'eau vers l'extérieur, les parements extérieurs en bois se retrouvent généralement exposés à la pluie. Au Québec, les périodes propices au séchage du bois sont toujours suffisantes pour permettre au lambris de maintenir une teneur en humidité appropriée s'il a été installé adéquatement.

Une bonne aération derrière le parement assure l'assèchement de l'humidité qui pourrait s'y être retrouvée. C'est pourquoi il faut installer le parement sur des lattes (fourrures) qui permettent un espace

d'air d'au moins 19 mm (3/4 po) entre le mur et le revêtement et prévoir des ouvertures à la base et au haut de ce dernier. De plus, le lambris ne doit pas être installé trop près du sol, ce qui peut nuire à l'assèchement des planches. Les fabricants recommandent toujours de prévoir un dégagement minimal d'au moins 200 mm au-dessus du sol. Le cas échéant, une pose de lambris à l'horizontale peut faciliter le changement des lattes les plus basses en cas de détérioration.

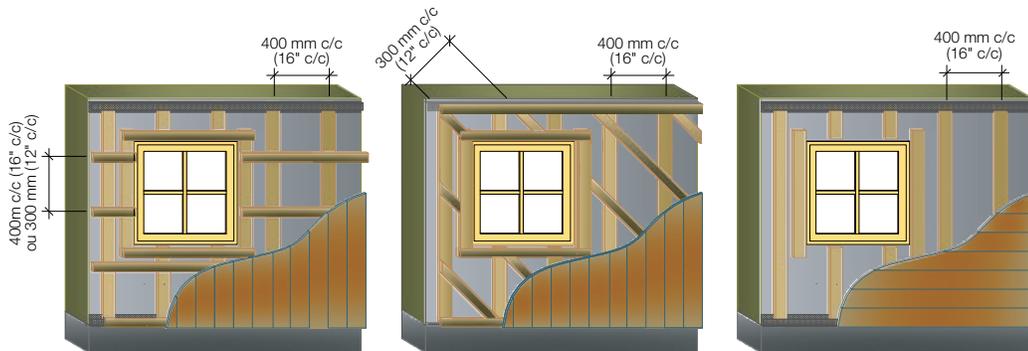


FIGURE 12 • Installation du parement extérieur en bois.



Photo : BMD architectes

Les débords de toit suffisamment larges et les brise-soleil permettent de réduire l'exposition directe du revêtement avec la pluie.



Photo : Marc Cramer

Un dégagement minimal d'au moins 200 mm au-dessus du sol permettra d'assurer la pérennité du revêtement.



Photo : Stéphane Groleau

Un parement de couleur foncée ou grise ne changera pas de couleur au fil du temps.

De plus, comme le parement en bois a une fonction esthétique importante, il importe de prévoir l'impact de l'eau et des rayons UV sur son apparence. Des débords de toit suffisamment larges permettent de réduire l'exposition directe du revêtement à la pluie et prolongent sa durée de vie. Cependant, ces mêmes débords peuvent aussi créer un changement de couleur non uniforme du revêtement. Cet aspect est particulièrement important à considérer si, comme c'est souvent le cas en Europe, le bois de lambris est laissé à l'état naturel pour qu'il grisonne avec le temps.

Tous les points d'écoulement de l'eau, tels que les coins des fenêtres ou les trous des vis, peuvent causer des coulures et doivent être étudiés adéquatement pour assurer un aspect uniforme du lambris dans le temps. La gestion de l'eau de pluie au coin des fenêtres, la pose d'éléments verticaux pour couper le lambris sous les fenêtres ainsi que l'installation du lambris en panneaux préfabriqués qui permettent de cacher les vis assemblant chaque planche sont toutes des solutions qui peuvent être envisagées.

Pour plus de détails sur la façon d'installer adéquatement un parement extérieur en bois pour assurer sa pérennité, référez-vous au *Guide des meilleures pratiques d'installation du revêtement extérieur en bois massif* de **cecobois** [21].

8.3.3 Les terrasses et les clôtures

Les planches de bois utilisées pour les terrasses ou les clôtures sont davantage exposées à la pluie ou à l'humidité du sol et ont donc une durée de vie généralement plus courte. Il est toutefois possible de prévoir certains détails permettant de limiter l'entretien et d'augmenter considérablement leur longévité. Il est d'abord recommandé d'éviter l'accumulation d'eau, par exemple, en prévoyant une pente minimale entre

1 et 2 % pour toutes les surfaces horizontales. La préfabrication permet de fixer les planches d'une terrasse par le dessous, ceci afin d'éviter qu'il y ait des trous de vis sur le dessus des planches par où l'eau pourrait s'infiltrer. Le dessus des poteaux doit aussi être recouvert pour éviter l'infiltration d'eau dans le bois de bout.

De plus, une bonne ventilation est essentielle. Elle est généralement assurée par un espace minimal entre les planches qui permet une bonne aération, même après le changement dimensionnel causé par le retrait et le gonflement du bois avec les variations du taux d'humidité.

Pour certains usages, il peut être préférable d'utiliser du bois traité sous pression afin de prolonger la vie utile du bois soumis à une humidité constante. Habituellement de couleur verdâtre, le bois traité est aujourd'hui disponible dans des teintes de brun. Présentement, les produits de bois traité au CAQ, à l'AC-B et à l'ACM sont disponibles en couleur brune dans plusieurs régions du Canada. Malgré le fait qu'une peinture ou qu'une teinture ne soit pas requise immédiatement après l'installation du bois traité, même si celui-ci contient des pigments de couleur brune, il est toujours conseillé d'appliquer un produit de protection hydrofuge (teinture hydrofuge) afin de fournir une protection contre la pluie, la neige, la glace et la décoloration due aux rayons UV.



Photo : Jane Hébert, courtoisie de Préservation du bois Canada

Le bois traité est maintenant disponible avec des pigments qui lui confèrent une couleur brune.

8.4 Produits de protection

Les produits de protection s'inscrivent dans l'initiative de déflexion et de durabilité des produits du bois utilisés à l'extérieur. Ceux-ci jouent un rôle de barrière entre l'eau et le bois, limitant ainsi le contact entre ces deux éléments. Il existe une multitude de produits sur le marché aux compositions et additifs variés afin de répondre à tous les besoins et intempéries. En plus de l'eau et de l'humidité, les principales sources de dégradation du bois sont l'exposition aux rayons UV, la radiation thermique, la pollution et les micro-organismes.

Il y a plusieurs façons de catégoriser les produits de finition utilisés comme protection, la principale consistant à distinguer les produits selon leur capacité à pénétrer le bois. Les produits pénétrants s'imprègnent dans le bois à différentes profondeurs et viennent remplir et sceller les pores de celui-ci afin que l'eau ne puisse s'y infiltrer. Les produits qui restent en surface sont appelés produits filmogènes et forment un film protecteur hydrofuge qui ne laisse pas l'eau entrer en contact avec la fibre. Les principaux types de produits sont présentés ci-dessous de façon sommaire. Il est à noter que parmi ces types de produits, il existe plusieurs sous-divisions et croisements, ce qui rend la catégorisation complexe [30].

La performance d'un produit dans un contexte donné dépend de plusieurs facteurs et caractéristiques propres au produit en question. Les principaux facteurs à rechercher pour une protection à appliquer sur une surface sollicitée aux intempéries, comme du lambris extérieur, sont l'adhérence au bois et intercouches, la résistance aux rayons UV, la respirabilité et la flexibilité (pour résister aux changements dimensionnels du bois). De plus, on se doit de porter une attention particulière à l'application des différents types de finition. En effet, celle-ci joue un rôle primordial dans l'intégrité et l'atteinte des performances dictées par le fabricant du produit. Plusieurs manufacturiers recommandent l'installation de ces produits en usine afin d'assurer des conditions d'application optimales, sans quoi la garantie de durabilité ne sera pas applicable.

Il y a également un aspect esthétique important qui peut pousser un fabricant de produits du bois ou un concepteur à considérer un produit plutôt qu'un autre. Par exemple, les huiles, qui ne sont pas les produits les plus performants, sont très prisées actuellement en raison de leur capacité à conserver l'aspect naturel du bois tout en enrichissant celui-ci.

8.4.1 Produits pénétrants

HUILES: enduit à base de résines naturelles et de certains additifs qui pénètre dans les pores du bois et qui offre une protection hydrofuge par sa polymérisation au contact de l'air. L'utilisation extérieure des huiles nécessite l'ajout de pigments afin d'offrir une résistance adéquate aux rayons UV et d'éviter la décoloration du bois. Les huiles ont une durée de vie limitée, légèrement supérieure sur les surfaces verticales qui sont souvent moins susceptibles à l'accumulation d'eau.

> **AVANTAGES:** application facile, translucide, aspect naturel du bois, entretien facile

> **LIMITES:** protection aux intempéries modérée, entretien périodique nécessaire, application à la main seulement

> **DURÉE DE LA PROTECTION:** 1 à 3 ans

> **TYPE D'APPLICATION:** chiffon

TRAITEMENTS SOUS-PRESSION: traitements fongicides et insecticides pénétrants à base de cuivre qui donnent au bois de construction une résistance accrue à la moisissure et aux insectes. Le bois traité sous pression est également connu sous le nom de « bois traité » et est un produit très commun dans la construction et la rénovation extérieure. Il faut toutefois noter que ces traitements sous-pression ne sont pas des traitements contre les intempéries. Il faut donc ajouter un produit de finition destiné à l'usage extérieur, comme une huile ou une peinture extérieure, afin de s'assurer que le bois résiste aux sollicitations extérieures comme l'eau et les rayons UV.

> **AVANTAGES:** économique, durabilité accrue du bois, possibilité d'utiliser des essences de bois communes à l'extérieur

> **LIMITES:** coût environnemental du traitement (présence d'arsenic), toxicité du bois traité sous pression pour les utilisateurs, doit utiliser un revêtement extérieur en plus

TEINTURES: les teintures sont des finis qui ont comme fonction première de sceller le bois contre l'humidité et souvent de lui donner une teinte autre que sa teinte naturelle. Le degré de pénétration d'une teinture varie en fonction de sa teneur en pigments. En effet, une teinture transparente qui ne contient pas de pigments pénètre davantage le bois qu'une teinture opaque à haute teneur en pigments. Comme c'est le cas pour les huiles, les pigments qui restent en surface du bois jouent un rôle de protection contre les rayons UV. Les teintures sont disponibles soit en solution aqueuse (teinture à base d'eau), soit en solution avec solvants, laquelle est souvent additionnée d'huiles naturelles comme l'huile de lin (teinture à base d'huile). Dans un contexte extérieur, on priorise les teintures opaques afin d'offrir un degré de protection adéquat contre les intempéries et les rayons UV. Dans le cas de teintures semi-transparentes utilisées à l'extérieur, on prendra la précaution de choisir une teinture à base d'huile pour les surfaces horizontales qui seront plus sollicitées, ceci afin d'éviter que la teinture ne pénètre trop dans le bois et que celui-ci s'assèche en surface.

> **AVANTAGES:** laisse transparaître le grain du bois, application facile sans apprêt, bonne durabilité, bonne protection contre les intempéries, laisse « respirer » le bois

> **LIMITES:** peut s'estomper avec le temps et laisser le bois sec en surface (donc plus vulnérable), les teintures extérieures à base d'huile sont moins écologiques que les huiles extérieures pigmentées à cause du solvant qu'elles contiennent

> **DURÉE DE LA PROTECTION:** 3 à 10 ans (dépend de l'opacité)

> **TYPE D'APPLICATION:** pinceau



8.4.2 Produits filmogènes

PEINTURES: enduit opaque et filmogène aux compositions et additifs variés. Elles peuvent être à base d'eau (peinture au latex) ou à base de solvant (peinture à l'huile). Les peintures regroupent un grand nombre de produits qui diffèrent par leur combinaison de résine, de solvant et d'additifs. Elles ont généralement une teneur en pigments élevée, caractéristique qui les différencie des teintures. Grâce à leur film épais, les peintures offrent la meilleure protection contre le vieillissement du bois. Les peintures sont peu utilisées dans un contexte d'éléments structuraux en bois, car elles cachent complètement le grain du bois et peuvent s'écailler avec le temps, à la suite de quoi il faudra décaper la surface et réappliquer le fini.

- > **AVANTAGES:** produit qui offre la meilleure protection au vieillissement et aux intempéries, application facile et rapide, protection longue durée
- > **LIMITES:** entretien qui nécessite le décapage des anciennes couches, ne laisse pas transparaître le bois, produit plus ou moins écologique dépendamment du solvant, écaille avec le temps
- > **DURÉE DE LA PROTECTION:** jusqu'à 10 ans
- > **TYPE D'APPLICATION:** pinceau ou rouleau

VERNIS ET LAQUES: les vernis et les laques sont des produits de finition filmogènes translucides parmi les plus performants sur le marché. Ils sont composés de résines naturelles (laques) ou synthétiques (verniss), d'huile et de solvant (à base d'eau ou d'alcool). L'application se fait à l'état liquide, à la suite de quoi un film se forme par l'évaporation du solvant ou de l'eau qui transporte la résine. Ce film, composé de résine et d'additifs, polymérise et durcit pour donner un fini clair aux allures de plastique. Les vernis et laques sont surtout utilisés à titre de finition intérieure, mais il existe des vernis extérieurs comme les vernis marins. Ces vernis ont une teneur en huile plus élevée afin de donner au fini une flexibilité adéquate pour accommoder les changements dimensionnels du bois. Les vernis et laques sont peu utilisés pour les éléments structuraux en bois à cause du procédé d'application qui demande plusieurs couches et du sablage entre les couches. De plus, comme il s'agit d'un produit filmogène, son entretien demande le décapage des couches jusqu'au bois nu afin de pouvoir le vernir à nouveau.

- > **AVANTAGES:** performance accrue contre les intempéries (verniss extérieur), comble les imperfections du bois, apparence lustrée classique qui plaît à certains
- > **LIMITES:** entretien qui nécessite de décaper la surface, application multicouche qui nécessite du sablage entre les couches, peut s'écailler avec le temps



Mise en œuvre



9 Codes et normes applicables

Afin de s'assurer de la qualité des travaux de construction et de la sécurité publique, les autorités législatives sont tenues d'adopter un code de construction pour les bâtiments et les équipements destinés à l'usage public. Au Québec, c'est la Loi sur le bâtiment (chapitre B-1.1) [31] qui prévoit l'adoption d'un code de construction, donc qui précise quel code est en vigueur sur son territoire. Actuellement, le Code de construction du Québec 2015 (CCQ 2015) est le document en usage. Il est renouvelé aux cinq ans, environ. Il s'agit en fait du Code national du bâtiment (CNB) édition 2010, avec quelques amendements spécifiques pour la province de Québec. Lorsqu'un bâtiment est exclu du champ d'application de la Loi sur le bâtiment, il faut se référer à la réglementation d'autres autorités législatives afin de connaître quel est le code de construction à utiliser. Il peut par exemple s'agir de réglementation fédérale ou encore municipale.

Le chapitre I - Bâtiment du CCQ régit la construction et la rénovation des bâtiments. Il vise principalement les concepteurs (architectes, ingénieurs et technologues) et également les entrepreneurs. Sa lecture peut s'avérer complexe pour les non-initiés, puisqu'il contient beaucoup d'éléments techniques. N'hésitez pas à communiquer avec des professionnels qualifiés afin de comprendre son application pour vos projets.

Les modalités pour le calcul des charges des structures en bois se retrouvent à la partie 4 de la division B dans le CCQ 2015. L'équipe de conception doit déterminer ces charges en fonction de l'emplacement géographique, du type et de la géométrie du bâtiment. Ces charges sont ensuite pondérées en fonction de la catégorie de risque du bâtiment (faible, normale, élevée ou protection civile).

Principales charges à considérer pour le calcul d'un bâtiment

- D** - Charge permanente – Charge constante exercée par le poids des composants du bâtiment
- L** - Surcharge – Charge variable due à l'usage prévu
- S** - Charge due à la neige
- W** - Charge due au vent
- E** - Charge et effets dus aux séismes

L'équipe de conception doit ensuite calculer la résistance des éléments structuraux composant le bâtiment (calcul aux états limites), puis s'assurer que le confort des utilisateurs réponde aux exigences du Code. Par confort, on inclut des critères de flèches et de vibrations. La norme CSA 086 - Règles de calcul des charpentes en bois encadre le calcul des éléments structuraux en bois, autant pour les constructions à ossature légère que pour les constructions de type poteaux-poutres. Certains éléments du calcul des bâtiments en bois lamellé-croisé (CLT) se retrouvent dans la norme CSA 086, mais cette section demeure en développement. Dans tous les cas, il est important de s'entourer de professionnels compétents.

9.1 Les possibilités du Code

Le CCQ se divise en deux sections principales. La division A définit le domaine d'application et précise les objectifs et les fonctions qu'un bâtiment doit remplir pour aider à atteindre ces objectifs. La division B présente les solutions acceptables représentant le niveau minimal qui permet d'atteindre les objectifs énoncés dans la division A.

Parmi toutes les solutions acceptables de la division B, la partie 3 portant sur la sécurité incendie est celle qui prescrit les exigences de hauteur et de superficie

des bâtiments selon leur usage. Ces limitations ont pour fonction de s'assurer qu'en cas d'incendie, la structure soit suffisamment sécuritaire pour laisser le temps aux occupants d'évacuer les lieux et aux services d'incendies d'accéder au foyer de l'incendie. Le fait qu'un bâtiment soit giclé ou non a aussi une influence majeure sur les restrictions dans le CCQ. Aussi, les superficies permises dépendent de l'accessibilité au bâtiment par les équipes de sécurité incendie.

Les trois catégories de type de construction selon le CCQ en termes de sécurité incendie sont (CCQ 2015, art. 1.4.1.2) [27]:

Construction incombustible

« Type de construction dans laquelle un certain degré de sécurité incendie est assuré grâce à l'utilisation de matériaux incombustibles pour les éléments structuraux et autres composants. »

- **Par exemple:** Constructions en acier et en béton

Construction combustible

« Type de construction qui ne répond pas aux exigences établies pour une construction incombustible. »

- **Par exemple:** Tout type de construction en bois

Construction en gros bois d'œuvre

« Type de construction combustible dans laquelle on assure un certain degré de sécurité incendie en spécifiant les dimensions minimales des éléments structuraux ainsi que l'épaisseur et la composition des planchers et des toits de bois, et en supprimant les vides de construction des planchers et des toits. »

Le type de construction en gros bois d'œuvre au sens du CCQ pour la sécurité incendie (à ne pas confondre avec le système structural en gros bois d'œuvre) fait donc partie de la construction combustible. L'article 3.1.4.7 du CCQ [27] mentionne les exigences à respecter pour que la structure d'un bâtiment soit considérée comme une construction en gros bois d'œuvre au sens du Code.

L'avantage de la construction en gros bois d'œuvre réside dans le fait que le CCQ reconnaît la bonne performance au feu de ce type de construction. Ainsi, la construction en gros bois d'œuvre se voit attribuer automatiquement un degré de résistance au feu de 45 minutes (CCQ art. 3.1.4.6) [27]. Donc, dans un bâtiment combustible où un DRF de 45 minutes est exigé, l'équipe de conception peut utiliser une construction en gros bois d'œuvre sans avoir à faire des calculs avancés de résistance au feu, mais simplement en respectant les dimensions minimales exigées pour les éléments structuraux.

La construction à ossature légère en bois, quant à elle, est un type de construction combustible, mais ne peut pas être considérée comme une construction en gros bois d'œuvre au sens du code, puisque les dimensions des éléments structuraux ne sont habituellement pas assez importantes pour répondre aux exigences énoncées à l'article 3.1.4.7. Il est à noter que la construction en panneaux lamellé-croisés (CLT) n'est pas encore reconnue par le Code comme un système faisant partie de la construction en gros bois d'œuvre.

Le type de construction en gros bois d'œuvre est aussi permis à certains endroits où le code exigerait normalement le recours à une construction incombustible. L'article 3.2.2.16 du CCQ stipule [27]:

- 1) Sauf indication contraire aux articles 3.2.2.20 à 3.2.2.88, le toit d'un bâtiment d'au plus 2 étages de hauteur de bâtiment peut être de construction en gros bois d'œuvre, quel que soit l'aire de bâtiment ou le type de construction requise, à condition que le bâtiment soit entièrement protégé par des gicleurs.
- 2) Les éléments porteurs mis en œuvre à l'étage situé immédiatement au-dessous d'une ossature de toit qui peut être de construction en gros bois d'œuvre aux termes du paragraphe 1) peuvent également être de construction en gros bois d'œuvre.

Cet article permet surtout de faire des projets de plus grande envergure, parce que les superficies autorisées dans les constructions incombustibles sont plus importantes que celles dans les bâtiments combustibles. Plusieurs exemples de bâtiments ont utilisé cet article pour recourir à une structure en bois, par exemple dans les infrastructures sportives comme les stades de soccer et les arénas.

9.2 Solution de rechange

Bien que l'utilisation du bois soit largement permise dans les solutions acceptables du CCQ, la Loi sur le bâtiment prévoit un mécanisme qui permet à une équipe de conception de soumettre une solution de rechange. Ce processus a pour but de stimuler l'innovation en offrant la possibilité à une équipe de conception de soumettre une demande de mesure équivalente à la Régie du bâtiment du Québec (RBQ).

« La Régie approuve, aux conditions qu'elle détermine, une méthode de conception, un procédé de construction de même que l'utilisation d'un matériau ou d'un équipement différent de ce qui est prévu à un code ou à un règlement adopté en vertu de la présente loi lorsqu'elle estime que leur qualité est équivalente à celle recherchée par les normes prévues à ce code ou à ce règlement. Il en est de même lorsqu'elle estime que la sécurité du public est également assurée. » [31]

En d'autres termes, une équipe de conception peut proposer à la RBQ une solution qui n'est pas conforme aux solutions acceptables de la Division B du CCQ, mais qui remplit les objectifs de la Division A. Le fardeau de la preuve revient à l'équipe de conception qui doit le prouver à l'aide de calculs, de simulation informatique, de tests par des laboratoires indépendants ou de recours à des stratégies compensatoires. Par exemple, cette méthode a été utilisée à plusieurs reprises afin de construire des bâtiments en bois dont la hauteur (nombre d'étages) excédait la limite autorisée par le Code pour une construction combustible.



10 Estimation des coûts

Il est difficile d'évaluer efficacement l'influence du choix des matériaux ou du système constructif sur le prix d'un projet, puisque plusieurs facteurs peuvent influencer le coût et la compétitivité des systèmes structuraux en bois. Généralement, le coût de la structure représente environ 15% du budget total d'un projet. Si on considère simplement la colonne des coûts des matériaux de la structure, le bois peut parfois être plus élevé. Cependant, les avantages connexes d'une structure en bois, comme la rapidité de montage et la réduction des coûts de la fondation, peuvent rendre l'option en bois intéressante économiquement d'un point de vue global.

De plus, il est à noter qu'il est impossible de passer d'un matériau à un autre sans changer le concept général du bâtiment, ce qui complique davantage l'analyse. Par exemple, un stade de soccer pensé et optimisé en acier n'aura pas la même allure qu'un stade pensé et optimisé en bois, et vice versa. En effet, il aurait été extrêmement coûteux de réaliser la structure du stade Chauveau de Québec (voir page 78), composée d'arches en bois lamellé-collé, en acier ou en béton.

Voici donc quelques considérations utiles lors de l'estimation des coûts d'un projet :

1. Concept architectural

L'utilisation du bois dans un bâtiment en bois amène fréquemment les concepteurs à développer des concepts plus élaborés et originaux, incluant l'ajout de formes courbes et de grandes ouvertures pour laisser entrer la lumière naturelle. Lors de l'évaluation des coûts du projet, il est donc important de ne pas comparer un concept plus attrayant en bois avec une solution de base en acier ou en béton et de ne pas arrêter son choix sans évaluer un concept équivalent en bois.

2. Optimisation de la structure

Il est aussi important de considérer qu'une structure optimisée intègre souvent différents matériaux ou systèmes constructifs. Pour plusieurs projets, la combinaison d'une structure en poteaux-poutres apparente et en ossature légère s'avère à la fois esthétique et plus économique. Les solutions mixtes bois-acier et bois-béton peuvent aussi être avantageuses et doivent être considérées. Il est donc préférable d'éviter de transposer un plan conçu pour une structure en acier ou en béton vers une solution en bois. La configuration générale et les trames n'étant pas optimisées pour une structure en bois, les coûts peuvent ainsi être revus à la baisse en optimisant le concept en bois.

3. Information disponible et expérience des concepteurs

La structure en bois a longtemps été exclue des cursus d'enseignements à l'université, si bien que plusieurs professionnels n'ont jamais appris à concevoir des bâtiments en bois. La situation tend à s'améliorer et les connaissances sont de plus en plus maîtrisées par les professionnels. N'hésitez pas à consulter des professionnels reconnus et habitués à travailler avec le bois. Ils pourront vous être utiles dans les étapes d'avant-projet pour intégrer le bois à votre projet.

4. Temps de montage au chantier

Favoriser l'utilisation d'éléments préusinés ou préassemblés dans les projets permet d'améliorer la précision et de réduire le temps de montage au chantier. Cette économie de temps engendre une diminution des coûts, d'autant plus qu'elle permet une mise en service plus rapide du bâtiment.

5. Impact sur les fondations

Les structures en bois étant plus légères que les constructions en béton armé, l'impact sur le coût des fondations doit être considéré, particulièrement pour les sols ayant une faible capacité portante.

6. Murs de remplissage

Les comparatifs des coûts avec les autres matériaux doivent être faits en comparant des systèmes équivalents. Par exemple, une structure préfabriquée à ossature légère en bois inclut les murs porteurs qui, en plus d'agir comme éléments structuraux, forment l'enveloppe du bâtiment. Une structure de type poteaux-poutres est une ossature vide qui requiert l'ajout de murs de remplissage pour former l'enveloppe du bâtiment. Comme la structure et les murs de remplissage se retrouvent habituellement dans deux items séparés dans les outils d'estimation, il est important de s'assurer que les systèmes comparés remplissent les mêmes fonctions.

7. Éléments de finition

Les différents systèmes structuraux demandent des éléments de finition distincts. En effet, certains concepts permettent de laisser un plâtrage en bois exposé, tandis que d'autres demandent une structure recouverte de gypse ou d'un plafond suspendu. Les coûts directs de la structure sont donc généralement difficilement comparables puisque cette différence peut avoir un impact sur le coût global du projet.

8. Qualité esthétique

Les structures en bois apparentes apportent une qualité esthétique aux projets qui est souvent très appréciée des utilisateurs. Cet apport est difficilement comptabilisable, à moins, par exemple, d'inclure le coût d'éléments de recouvrement en bois pour les autres alternatives.

9. Efficacité énergétique

L'isolation thermique est souvent supérieure dans un bâtiment en bois comparativement à un bâtiment en acier ou en béton. L'ajout de matériaux pour obtenir une isolation thermique équivalente ou les économies annuelles découlant d'une efficacité énergétique accrue sont souvent négligés dans la comparaison du coût global.



Photo : Stéphane Groleau

11 Comment prescrire le bois dans un projet

11.1 Le Programme fonctionnel technique

Plus tôt la volonté d'utiliser le bois est clairement énoncée, plus le bâtiment pourra être optimisé en fonction des propriétés du bois. Les intentions de la municipalité devraient donc être clairement inscrites dans la commande qui sera adressée aux professionnels pour la planification et l'exécution du projet, soit dans le Programme fonctionnel technique (PFT). Le PFT a pour fonction d'énoncer les exigences relatives à l'organisation fonctionnelle, opérationnelle et physique de l'infrastructure pour répondre aux besoins désirés. Un PFT précis et détaillé aidera l'équipe de conception à répondre aux besoins recherchés avec des solutions optimales.

Sans trop interférer sur la conception de l'architecture et du système structural, la municipalité peut traiter l'utilisation du bois de deux manières. Elle peut s'inspirer des lignes directrices de la Charte du bois, ou encore carrément l'obliger.

11.1.1 Répondre aux exigences de la Charte du bois

La dernière version de la Charte du bois a été adoptée en mai 2017 par le gouvernement du Québec. L'exemplarité gouvernementale est au cœur de cette Charte. Ainsi, pour tous les projets financés en tout ou en partie par des fonds publics, la Charte stipule que « le gestionnaire de projet responsable doit évaluer l'utilisation du bois à l'étape d'avant-projet [...] ». Il peut donc être inscrit dans le PFT qu'un scénario utilisant le bois doit être proposé [2].



11.1.2 Obliger l'utilisation du bois

Si la volonté de la municipalité est clairement d'utiliser le bois, elle peut aussi choisir de l'énoncer clairement. Le PFT peut rester plus général en spécifiant toutefois, par exemple, que la structure du bâtiment doit être faite avec le matériau bois. Il peut également être plus spécifique en indiquant le type de structure en bois désiré, par exemple en ossature légère de bois, en bois massif ou un mélange des deux systèmes constructifs.

11.2 Le Devis technique

Bien que la pratique de produire un PFT est de plus en plus répandue auprès des municipalités, il arrive que la première étape avant de retenir les services de professionnels soit encore le devis technique pour l'appel d'offres. Il est également possible de formuler ses demandes quant à l'utilisation du bois dans ce document.

11.2.1 Environnement

La Charte du bois prévoit que, pour tous les projets financés en tout ou en partie par des fonds publics, les concepteurs devront effectuer « une analyse comparative des émissions de gaz à effet de serre pour les différents matériaux ». Pour ce faire, le gouvernement s'est engagé à fournir un outil qui permettra de faire cette analyse. Lorsque cet outil, actuellement en développement, sera disponible, il sera ainsi possible d'estimer la quantité de GES émis par les différents scénarios (bois, acier, béton) à l'étape d'avant-projet.

L'équipe de conception peut choisir d'exiger que tout le bois doive être de provenance ou de transformation québécoise pour réduire l'empreinte environnementale du transport. Certains devis sont encore plus précis et

exigent que le bois soit récolté à une certaine distance du site de construction. Exiger que les produits du bois respectent la norme Forest Stewardship Council (FSC) ou Sustainable forestry initiative (SFI) est également souvent demandé dans les devis techniques. Ces deux normes indépendantes ont pour but de certifier que les produits du bois proviennent de forêts aménagées de façon durable. Près de 85 % des forêts publiques québécoises sont certifiées, ce qui représente la plus grande superficie certifiée au monde.

11.2.2 Systèmes structuraux

Le devis technique peut aussi préciser le type de structure désiré. L'équipe de conception peut spécifier une structure à ossature légère en bois, une structure de type poteaux-poutres en gros bois d'œuvre ou en bois lamellé-collé, ou encore une structure en panneaux massifs. Elle peut aussi demander une structure hybride et attribuer un système constructif à certaines sections du bâtiment. Par exemple, on pourrait exiger dans une caserne de pompiers que la section garage ait une structure de type poteaux-poutres en bois lamellé-collé et une structure à ossature légère en bois dans la partie des bureaux. À noter que tous les types de structures en bois doivent être conformes à la norme CSA-O86 - Règles de calcul des charpentes en bois [32].

L'équipe de conception doit aussi mentionner dans le devis technique certaines conditions spécifiques aux produits en bois qu'elle souhaite utiliser :

Bois de sciage et gros bois d'œuvre

- > Normes applicables
 - CSA O86 – Règles de calcul des charpentes en bois [32]
 - CSA O141 – Bois débité de résineux [33]
 - NLGA – Règles de classification pour le bois d'œuvre canadien [34]
 - Ou toute norme reconnue équivalente
- > Spécifier l'essence (ou le groupe d'essences) et le grade
- > Spécifier que la teneur en humidité du bois ne doit pas dépasser 19 % (inclus dans NLGA, mais bien de le rappeler)
- > Optionnel : spécifier un traitement ignifuge ou une coloration visuelle appliqués en usine

Contreplaqué/OSB

- > Normes applicables
 - CSA O86 – Règles de calcul des charpentes en bois [32]
 - CSA O121 – Contreplaqué en Sapin Douglas [35]
 - CSA O153 – Contreplaqué en peuplier [36]
 - CSA O151 – Contreplaqué en bois de résineux canadiens [37]
 - CSA O437 – Normes relatives aux panneaux de particules orientées et aux panneaux de grandes particules [38]
 - CSA O325 – Revêtements intermédiaires de construction [39]
 - Ou toute norme reconnue équivalente
- > Spécifier le type, l'épaisseur, l'essence (ou le groupe d'essences) et le grade
- > Optionnel : spécifier un traitement ignifuge appliqué en usine

Bois lamellé-collé

- > Normes applicables
 - CSA-O86 – Règles de calcul des charpentes en bois [32]
 - CSA O112 – Adhésifs pour le bois [40]
 - CSA O122 – Bois de charpente lamellé-collé [41]
 - CSA O177 – Règles de qualification des fabricants d'éléments de charpente lamellés-collés [42]
 - Ou toute norme reconnue équivalente
- > Spécifier l'essence (ou le groupe d'essences), le grade et la classe de service (intérieur ou extérieur)
- > Spécifier l'apparence désirée (industrielle, commerciale ou qualité)
- > Spécifier que la teneur en humidité du bois ne doit pas dépasser 16 % (inclus dans CSA O122, mais bien de le rappeler)
- > Optionnel : spécifier une coloration visuelle ou un scellant de protection (temporaire ou non) appliqué en usine

Bois lamellé-croisé (CLT)

> Normes applicables

- CSA-O86 – Règles de calcul des charpentes en bois [32]
- CSA O112 – Adhésifs pour le bois [40]
- ANSI/APA PRG 320 – Standard for performance-rated cross-laminated timber (norme américaine reconnue au Canada) [43]
- Ou toute norme reconnue équivalente

> Spécifier l'essence (ou le groupe d'essences), le grade et la classe de service (intérieur ou extérieur)

> Spécifier l'apparence désirée (industrielle, commerciale ou qualité) sur un ou les deux côtés

> Optionnel : spécifier un scellant de protection (temporaire ou non) appliqué en usine

Poutrelles ajourées, poutrelles en I et autres produits composites

> Étant donné que ces produits sont dits « propriétaires », il n'existe pas de norme qui régit

spécifiquement ces produits, puisque les procédés de fabrication sont propres aux fabricants. Cependant, ils doivent respecter les règles suivantes :

- Que les valeurs de design aient été développées selon la norme CSA-O86 [32]
- Être évalués par le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) et avoir un certificat de conformité
- Avoir adhéré à un programme d'assurance qualité supervisé par une firme d'inspection indépendante
- Ou toute norme reconnue équivalente

> Spécifier le type de produit, l'essence (ou le groupe d'essences), le grade et la classe de service (intérieur ou extérieur)

> Doivent être utilisées selon les recommandations du manufacturier

> Optionnel : spécifier un traitement ignifuge appliqué en usine

11.2.3 Apparence visuelle

Le devis technique devrait spécifier si les éléments de la structure doivent être laissés apparents ou non, et dans quelle proportion. Le fait d'exposer ou non le bois aura des incidences sur la stratégie acoustique et de résistance au feu.

Dépendamment du visuel recherché par l'architecte, le devis technique peut spécifier que les assemblages soient dissimulés ou non, de manière à ne pas voir d'étriers ou d'autres éléments métalliques.

Surtout dans le cas des constructions de type poteaux-poutres, le devis peut spécifier l'application d'un enduit pour changer la couleur du bois. Le devis peut spécifier un produit en particulier, avec la mention qu'il peut être substitué par un produit équivalent, pourvu qu'il soit approuvé par l'architecte. Il est recommandé de faire des tests de couleur en collaboration avec le manufacturier, puisque le résultat final peut varier en fonction des essences utilisées.

11.2.4 Revêtement extérieur

Concernant le revêtement extérieur, le devis peut spécifier qu'il soit en bois. Il devrait mentionner la couleur ainsi que la garantie désirée. Le devis peut spécifier un produit en particulier, avec la mention qu'il peut être substitué par un produit équivalent, pourvu qu'il soit approuvé par l'architecte. Il doit être mentionné que l'installation doit se faire selon les recommandations du manufacturier.

11.2.5 Mise en œuvre sur le chantier

Les produits en bois doivent être entreposés dans un endroit propre, sec et bien aéré et de manière à ce qu'ils ne reposent pas directement sur le sol, conformément aux recommandations du manufacturier.

De plus, il est recommandé d'éviter un chauffage trop rapide de la structure pendant la construction ou lors de la mise en service pour éviter le fendillement local. Les équipements de chauffage ne devraient en aucun temps être orientés directement sur les pièces de bois ; l'emploi de diffuseurs peut être requis. Surtout

dans le cas des structures en bois d'ingénierie, il est recommandé de monitorer l'humidité relative et la température à l'intérieur du bâtiment durant sa construction. On recommande une humidité autour de 65 % pour une température entre 5°C et 25°C. L'humidité relative peut ensuite être diminuée sur une période de 3 mois suivant la construction pour permettre le conditionnement graduel du bois dans son nouvel environnement.

Les éléments en bois sont fabriqués avec une teneur en humidité plus élevée que celle qu'ils auront en service. Il faut donc s'attendre à ce que les éléments en bois subissent un retrait naturel dans les premières années pour ensuite se stabiliser. Il est donc important de prévoir les détails de finition en conséquence.

Surtout dans le cas des structures en bois exposées, il est important d'entreposer et de manipuler les pièces de manière à les protéger contre les marques, les rayures ou les éraflures. Les travailleurs sur le chantier doivent être sensibilisés au tout début du projet, car les pièces de bois ont la double fonction structurale et architecturale. On évite ainsi d'avoir à faire des réparations visuelles sur les éléments apparents en bois une fois la structure montée. La manipulation de lourdes pièces avec des élingues gainées peut écraser les arrêtes des pièces en bois. Il est recommandé de protéger ces arrêtes à l'aide de blocs de bois sacrificiels.

En aucun temps il n'est permis de tailler des trous dans les éléments en bois sans le consentement de l'ingénieur attitré au projet. Que ce soit pour passer de la mécanique, de l'électricité ou de la plomberie, l'ingénieur doit calculer l'endroit optimal pour pratiquer ces ouvertures, en fonction des recommandations du manufacturier.



Photo : Stéphane Groleau

Surtout dans le cas des structures en bois exposées, il est important d'entreposer et de manipuler les pièces de manière à les protéger contre les marques, les rayures ou les éraflures. Les travailleurs sur le chantier doivent être sensibilisés au tout début du projet, car les pièces de bois ont la double fonction structurale et architecturale. On évite ainsi d'avoir à faire des réparations visuelles sur les éléments apparents en bois une fois la structure montée. La manipulation de lourdes pièces avec des élingues gainées peut écraser les arrêtes des pièces en bois. Il est recommandé de protéger ces arrêtes à l'aide de blocs de bois sacrificiels.

En aucun temps il n'est permis de tailler des trous dans les éléments en bois sans le consentement de l'ingénieur attitré au projet. Que ce soit pour passer de la mécanique, de l'électricité ou de la plomberie, l'ingénieur doit calculer l'endroit optimal pour pratiquer ces ouvertures, en fonction des recommandations du manufacturier.



Photo : Stéphane Groleau

Des projets municipaux inspirants

12 Des projets en bois inspirants

Que ce soit comme produit d'apparence ou à des fins structurales, de plus en plus de municipalités québécoises mettent de l'avant le bois dans leurs projets de construction, d'agrandissement et de réfection d'infrastructures. La sélection de projets qui suit, bien que non complète ni exhaustive, permet d'apprécier la diversité des utilisations du bois dans une multitude de bâtiments municipaux et se veut un catalogue d'inspiration pour les autres municipalités qui considèrent intégrer le bois dans un futur projet. Une attention particulière a été portée à représenter différents budgets, différentes municipalités, différentes utilisations du bois ainsi que différents groupes de bâtiments, pour lesquels les considérations sont différentes.

Pour davantage d'exemples de réalisations en bois, consultez le répertoire de projets en ligne de **cecobois** au www.cecobois.com/projets.

Mise en garde

La majorité des textes qui accompagnent les fiches de projets présentées dans les pages suivantes ont été fournis en totalité ou en partie directement par les architectes ou un autre membre de l'équipe de projet. Bien que les informations contenues dans ces fiches se veulent les plus complètes et exactes possible, toute erreur ou omission est involontaire de la part de l'équipe de rédaction du présent guide.

Légende



Système poteaux-poutres
en bois lamellé-collé (BLC)



Ossature légère en bois



Panneaux massifs en bois
lamellé-croisés (CLT)



Structure d'acier



Photo : Lucien Lisabelle

Table des matières

Bâtiments du groupe A	
Établissements de réunion	
Bâtiments de la division A1 – Spectacle	
Théâtre Gilles-Vigneault	59
Centre culturel Notre-Dame-de-Grâce	60
Bâtiments de la division A2 – Éducation, culte, divertissement, restauration	
Bibliothèque de Montmagny	61
Bibliothèque Paul-Mercier	62
Centre communautaire de Sainte-Françoise	63
Centre multifonctionnel de Beauré	64
Centre multifonctionnel de Saint-Éphrem-de-Beauce	65
Chalet de golf du parc Maisonneuve	66
Gare fluviale de Lévis	67
Marina de Disraeli	68
Parc Riverain - Espace Fillion	69
Pavillon d'accueil du parc de la Rivière-du-Moulin	70
Place des citoyens	71
Piscine Bariteau	72
Préau du Parc de la famille	73
Quai des Cageux	74
Bâtiments de la division A3 – Aréna	
Aréna de Cloutier	75
Complexe aquatique de Minganie	76
Patinoire couverte de McMasterville	77
Stade Chauveau	78
Stade de soccer de Montréal	79
Bâtiments du groupe B	
Établissements de détention, établissements de traitement ou établissements de soins	
Bâtiments de la division B1 – Établissements de détention	
Poste de la Sûreté du Québec à Saint-Ambroise	80
Bâtiments de la division B2 – Établissement de traitement	
Centre de santé Marie-Paule-Sioui-Vincent	81

Bâtiments du groupe C	
Habitation	
PAL 6	82
Bâtiments du groupe D	
Établissements d'affaires	
Bureaux de la MRC de la Matapédia	83
Bureaux de la MRC du Granit	84
Édifice Claude-Béchar	85
Bâtiments du groupe E	
Établissements commerciaux	
Marché Lionel-Daunais	86
Marché public de Lévis	87
Bâtiments du groupe F	
Établissements industriels	
Bâtiments de la division F2 – Établissements industriels à risques moyens	
Centre de transfert des matières résiduelles de la Vallée-de-la-Gatineau	88
Terminal de collecte de la Cité Verte	89
Bâtiments de la division F3 – Établissements industriels à risques faibles	
Caserne 1	90
Caserne 34	91
Place des Canotiers	92
Ponts et passerelles	
Passerelle des Trois-Soeurs	93
Passerelle Ulrick-Chérubin	94
Pont Mistissini	95
Ponts forestiers (Baie-James)	96



Photo : David Boyer

Théâtre Gilles-Vigneault

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Saint-Jérôme

Région :

Laurentides

Usage(s) du bâtiment :

A1

Type(s) de structure :



Revêtement intérieur en chêne blanc

Superficie du bâtiment :

2 105 m²

Nombre d'étage(s) :

2

Année de construction :

2018

Budget :

20,5 M\$

Coût des éléments en bois :

Structure : 835 000 \$

Revêtement intérieur : 276 500 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

Atelier TAG et Jodoin Lamarre Pratte
architectes en consortium

Ingénieur(s) en structure :

SDK et associés

Entrepreneur général :

Construction Demathieu & Bard (CDB)

Fournisseur(s) de produits :

Nordic Structures (BLC et CLT)

Ébénisterie Chambois (Revêtement
intérieur)

Issu d'un concours national d'architecture lancé en 2014, le Théâtre Gilles-Vigneault s'inscrit dans la Place des Festivités créée par la Ville. La salle de spectacle de 860 sièges se veut non seulement un catalyseur social pour la communauté, mais aussi un moteur culturel et économique important pour la région en créant un projet iconique et signalétique, porteur du rayonnement grandissant de la filière bois de son territoire.

Le concept proposé multiplie l'expérience théâtrale au-delà de l'auditorium. L'architecture invite ainsi les visiteurs dans une suite d'espaces intérieurs et extérieurs interconnectés circonscrits par un dais de bois de près de 600 m². Par son échelle spectaculaire, le dais de bois est sans contredit l'élément dominant du projet.

La structure du dais de bois est conçue selon une technique de dalle plissée. Des poutres en bois lamellé-collé ont été utilisées à titre de nervures et des panneaux en bois lamellé-croisé (CLT) ont permis de compléter la partie visible des caissons à géométrie variable du dais ainsi que l'aile supérieure de ces derniers, agissant à la fois à titre de platelage et de diaphragme.

L'intérieur de la salle de spectacle, quant à lui, propose une expression en bandes de bois dont la géométrie fluide permet de rencontrer les principes directeurs de l'acoustique. Cette surface ligneuse est composée d'une double couche perméable qui offre d'une part une certaine liberté d'expression tout en permettant les ajustements nécessaires pour arriver à un environnement sonore de qualité exceptionnelle.



Photo : Adrien Williams



Photo : Adrien Williams



Photo : James Brittain

Centre culturel Notre-Dame-de-Grâce

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Montréal

Région:

Montréal

Usage(s) du bâtiment:

A1

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

4500 m²

Nombre d'étage(s):

2

Année de construction:

2016

Budget:

14,5 M\$

Coût des éléments en bois:

552 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Atelier Big City, FSA Architecture

Ingénieur(s) en structure:

Groupe EGP

Entrepreneur général:

-

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

Inscrit dans un pôle qui regroupe déjà un Centre sportif et un CLSC de même qu'un jardin communautaire, le Centre culturel de Notre-Dame-de-Grâce (CCNDG) comprend une bibliothèque et une salle polyvalente.

L'espace intérieur, totalement ouvert et aéré, pourrait se comparer à une sorte de « loft » de la culture. Pour s'orienter, une teinte dominante a été attribuée à chacune des deux fonctions de l'édifice. Ainsi, le vert électrique identifie la bibliothèque alors que le bleu foncé a été réservé pour l'aire de la salle polyvalente. Le jaune, l'orange, le rouge, le fuchsia et le bleu pâle viennent souligner et mettre en valeur les deux teintes dominantes.

L'utilisation du bois a été déterminante pour l'architecture du Centre culturel Notre-Dame-de-Grâce. Ce matériau a permis de simplifier la composition de l'enveloppe et d'obtenir une finition intérieure de grande qualité : la face intérieure du platelage de la toiture et celle des panneaux en bois lamellé-croisé (CLT) des façades sont exposées et contribuent à l'ambiance très agréable qu'offre le centre culturel. Les panneaux en CLT de deux étages de haut ont été fixés à la structure de béton et d'acier. Leur autonomie structurale a par la suite permis d'y attacher l'isolant et le revêtement extérieur ainsi que d'y insérer les fenêtres. Leur face intérieure est simplement protégée par un vernis. Le platelage de bois est supporté par la structure d'acier. L'isolant et la couverture sont directement posés sur le platelage.



Photo : Steve Montpetit



Photo : Atelier Big City



Photo : Stéphane Groleau

Bibliothèque de Montmagny

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Montmagny

Région:

Chaudière-Appalaches

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Revêtement intérieur et extérieur en épinette

Superficie du bâtiment:

832 m²

Nombre d'étages:

2

Année de construction:

2015

Budget:

3,2 M\$

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Éric Pelletier architecte
Lemay

Ingénieur(s) en structure:

Génivar

Entrepreneur général:

Ville de Montmagny

Fournisseur(s) de produits:

Mel innovation

Inaugurée en 2015, la nouvelle bibliothèque, inscrite au cœur de la ville, marque le paysage de Montmagny et est rapidement devenue un lieu communautaire pour la ville et la région. Le bâtiment vient se greffer à l'ancien presbytère, permettant de réutiliser cet édifice patrimonial d'importance pour la communauté. Le projet se voulait en étroite communion avec l'histoire de Montmagny, ses paysages, ses artistes et sa communauté.

La bibliothèque de Montmagny se distingue d'ailleurs par son utilisation du bois et la mise en valeur des talents locaux. Le projet est composé d'une structure d'acier et de bois, permettant d'exploiter les caractéristiques propres de chaque composante. À l'extérieur, le parement de bois à déclin vertical peint en blanc reprend le langage architectural vernaculaire de la région. L'intérieur du projet est lui aussi en grande partie sobre et blanc afin de mettre en valeur le paysage avoisinant, omniprésent grâce à la fenestration large et abondante. L'utilisation de revêtements intérieurs en bois se concentre autour du cœur du projet: un grand volume central qui articule l'espace et lie les divers secteurs du bâtiment entre eux. L'utilisation du bois dans cette partie contribue à renforcer l'expérience de l'utilisateur par ses teintes chaudes et la richesse de ses textures. Dans l'ancien presbytère, la structure originale en bois, mise à nue, constitue un beau rappel de l'architecture patrimoniale des lieux et de la durabilité du matériau bois. Ce projet, réalisé en deçà du budget initialement prévu, est un bel exemple de bâtiment significatif et identitaire, rapidement approprié par sa population.

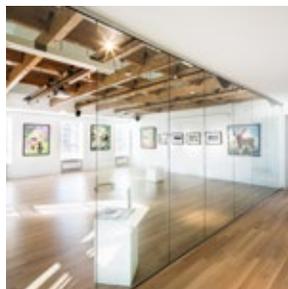


Photo : Stéphane Groleau



Photo : Stéphane Groleau



Photo: Yien Chao

Bibliothèque Paul-Mercier

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Blainville

Région:

Laurentides

Usage(s) du bâtiment:

A1

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

3100 m²

Nombre d'étage(s):

2

Année de construction:

2015

Budget:

12 M\$

Coût des éléments en bois:

1,3 M\$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Menkès Shoener Dagenais Letourneux,
architectes

Ingénieur(s) en structure:

Nordic Structures

Entrepreneur général:

Cosoltec

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

La Bibliothèque Paul-Mercier incarne ces nouvelles bibliothèques de proximité et citoyennes qui prolongent la maison dans la sphère publique. Construit sur deux étages, le bâtiment de 3 000 m² comporte une bibliothèque traditionnelle et numérique, des salons de lecture, une zone multimédia, des secteurs dédiés aux enfants et aux adolescents, une zone administrative ainsi qu'une salle multifonctionnelle.

L'édifice prend la forme d'un pavillon au cœur de la ville, animé de grandes ouvertures triangulées et de fines lamelles de bois évoquant la tranche d'un livre. À l'intérieur, des lieux calmes et introspectifs côtoient des zones plus dynamiques. La transparence vient qualifier les divers espaces et permet aux visiteurs d'apprécier la vue sur le jardin.

Aussi efficace que l'acier ou le béton et pouvant servir à la fois d'élément structural et d'isolant, le bois a été choisi pour ses excellentes propriétés d'isolation thermique et a permis d'éliminer la presque totalité des ponts thermiques. Les colonnes et les poutres sont ainsi composées d'éléments en bois lamellé-croisé alors que des panneaux massifs en bois lamellé-croisé (CLT) forment les murs de contreventement, les planchers, le plafond et le toit. Pare-soleil sur la pleine hauteur des façades sud-ouest et sud-est, les panneaux en CLT ont également été utilisés pour l'escalier monumental bordé de gradins et pour le grand comptoir d'accueil.

L'utilisation du bois à l'intérieur du bâtiment contribue non seulement à mettre en valeur les autres matériaux utilisés, tels que le métal et le verre, mais crée également un environnement plus chaleureux pour les usagers.

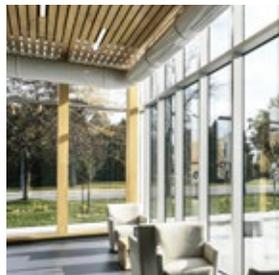


Photo: Yien Chao



Photo: Yien Chao



Photo : Lemay Côté architectes

Centre communautaire de Sainte-Françoise

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Sainte-Françoise

Région :

Centre-du-Québec

Usage(s) du bâtiment :

A2

Type(s) de structure :**Superficie du bâtiment :**

682 m²

Nombre d'étage(s) :

1

Année de construction :

2014

Budget :

1,42 M\$

Coût des éléments en bois :

156 133 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

Lemay Côté architectes

Ingénieur(s) en structure :

Groupe Alco

Entrepreneur général :

S.G. Construction

Fournisseur(s) de produits :

Barrette Structural

À la suite de l'incendie de son église en 2012, la Municipalité de Ste-Françoise souhaitait construire un bâtiment pouvant accueillir plusieurs fonctions communautaires. La nouvelle construction intègre ainsi des espaces qui permettent à la fois des rassemblements événementiels et culturels, des activités sportives (gymnase) et un lieu de culte (columbarium).

Le bois a été choisi comme matériau structural et comme revêtement extérieur et intérieur, notamment dans le gymnase qui sert également de salle polyvalente. L'ossature légère en bois est le système porteur principal pour l'ensemble du bâtiment, excepté sur un axe où des colonnes et des poutres en acier ont été utilisées en raison de contraintes techniques de chantier liées au délai de livraison. À l'intérieur, la salle polyvalente se distingue par son utilisation abondante du bois. La structure de la scène est construite à partir de murets en bois composés d'éléments en 2" x 4" et de solives de 2" x 6". Les murs sont aussi habillés avec des lattes de bois fixées horizontalement jusqu'à une hauteur de trois mètres. Les interstices laissés entre les éléments de bois permettent d'assurer un bon confort acoustique. Le plancher de la salle, qui sert aussi de terrain de sport, est un parquet de bois franc en érable.



Photo : Lemay Côté architectes



Photo : Lemay Côté architectes



Photo : Joël Gingras

Centre multifonctionnel de Beaupré

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Beaupré

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

Pavillon principal : A-2

Pavillon secondaire F-3

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

Pavillon principal : 2755 m²

Pavillon secondaire : 250 m²

Nombre d'étage(s):

Pavillon principal : 2

Pavillon secondaire : 1

Année de construction:

2016

Budget:

10,6 M\$

Coût des éléments en bois:

892 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

MDA

Ingénieur(s) en structure:

Stantec

Douglas Consultants

Entrepreneur général:

Unigertec

Fournisseur(s) de produits:

CLT Outaouais (Platelage en CLT)

Art Massif (Poutres et colonnes en BLC)

Le Complexe multifonctionnel de Beaupré est un centre sportif, récréatif et culturel composé de deux pavillons se faisant face et traversés par une place centrale paysagée et aménagée. La conception architecturale est liée aux meilleures pratiques en efficacité énergétique et en réduction d'impacts environnementaux, basées sur une analyse des coûts sur le cycle de vie. L'orientation de la construction a été définie par la qualité des vues et par l'exploitation de la luminosité naturelle.

Le premier étage du pavillon principal comprend un gymnase équipé d'une scène rétractable pour la tenue de réceptions et de congrès ainsi que de trois salles polyvalentes munies de cloisons rétractables et dédiées aux activités de détente, de mise en forme, culturelles et artistiques. Au deuxième étage, on retrouve un salon pour les organisations ainsi qu'un déambulateur. Le pavillon secondaire, quant à lui, est destiné aux services pour les usagers du parc ainsi qu'aux ateliers de réparation et d'entreposage.

Pour la structure du toit du gymnase, les concepteurs ont opté pour une structure hybride tridimensionnelle comportant des membrures en bois lamellé-collé et des tirants d'acier. Cette structure arborescente a su répondre aux besoins structuraux d'une portée de plus de 25 m avec l'avantage d'offrir une impression de légèreté. L'éclairage artificiel direct et indirect de la structure de la toiture du gymnase double et de son platelage offre une ambiance chaleureuse, bien adaptée à une diversité d'événements sportifs et autres. La structure hybride tridimensionnelle de la toiture du gymnase double ainsi que les colonnes jumelées en « V » des avancées de toiture des façades nord et ouest constituent un autre élément signature du projet.

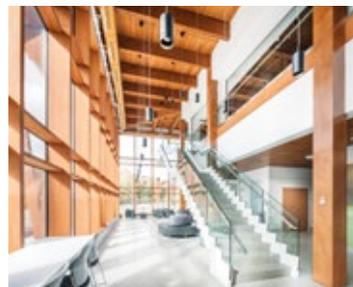


Photo : Joël Gingras

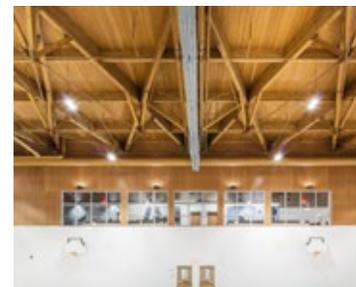


Photo : Joël Gingras



Photo: Stéphane Groleau

Centre multifonctionnel de Saint-Éphrem-de-Beauce

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Saint-Éphrem-de-Beauce

Région:

Chaudière-Appalaches

Usage(s) du bâtiment:

Usage principal: A2

Usage secondaire (bureaux): D

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

1 310 m²

Nombre d'étage(s):

2

Année de construction:

2012

Budget:

4,2 M\$

Coût des éléments en bois:

320 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Les Architectes Odette Roy et Isabelle Jacques

Ingénieur(s) en structure:

Génivar

Entrepreneur général:

Scierie Bernard

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures (poutres et colonnes en BLC)

Poutrelles modernes de Saint-Éphrem-de-Beauce (poutrelles et fermes)

Sis au cœur de la municipalité, le centre multifonctionnel est constitué de deux étages pour une superficie totale de 2 600 m². L'ensemble des fonctions du bâtiment, notamment les bureaux municipaux, une salle de réception de 350 places, une bibliothèque municipale et des locaux commerciaux et communautaires, s'organise autour d'un hall central lumineux. Le revêtement extérieur de cèdre rouge ceinture et définit les limites de ce hall.

Le centre multifonctionnel est entièrement construit en bois. Cette décision découle de la volonté de la municipalité de privilégier ce matériau pour la structure du bâtiment. Au départ, une structure entièrement en bois lamellé-collé avait été envisagée. Toutefois, dû à des contraintes budgétaires, les concepteurs ont fait le choix de concentrer la structure de lamellé-collé dans le point focal du bâtiment, soit le hall, et d'utiliser une structure à ossature légère en bois pour les autres sections. Ce lieu est égayé par une lumière naturelle abondante qui se marie à la texture, la richesse et la chaleur que seule une structure de lamellé-collé peut apporter.

De ce fait, la volonté initiale d'utiliser le bois sous toutes ses facettes est respectée afin de donner à la communauté un lieu rassembleur autour d'une matière première qui, déployée sous plusieurs formes, est connue et appréciée du milieu tant pour ses qualités visuelles que pour son effet de levier sur l'économie de la municipalité et de la région.

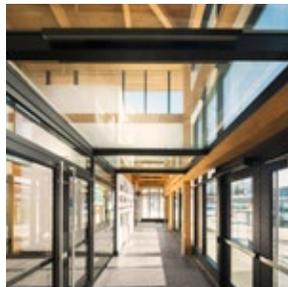


Photo: Stéphane Groleau

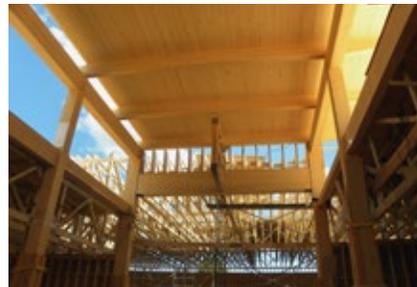


Photo: Les architectes Odette Roy et Isabelle Jacques



Photo: Vincent Audy

Chalet de golf du parc Maisonneuve

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Montréal

Région:

Montréal

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

293 m²

Nombre d'étage(s):

2

Année de construction:

2016

Budget:

1,58 M\$

Coût des éléments en bois:

212 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Cardin Ramirez Julien architectes

Ingénieur(s) en structure:

SNC-Lavalin

Entrepreneur général:

Ville de Montréal

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

Le pavillon d'accueil s'implante dans un des plus grands parcs de la ville de Montréal: le parc Maisonneuve, qui s'étale sur près de 63 hectares et permet des pratiques sportives variées sur quatre saisons. Situé à l'entrée du golf municipal du parc, le bâtiment sert d'entrée au site pour les activités du golf et remplace une ancienne roulotte qui servait d'accueil.

Deux volumes distincts logent les différentes fonctions. Le premier abrite les bureaux de perceptions, la boutique, les locaux administratifs et les espaces publics (hall d'accueil, salle multifonctionnelle) et le second, les espaces d'entrepôts. Les deux volumes organisent la circulation sur le site. La portion à angle marque la direction du terrain de golf et les départs. La porte « cochère » donne accès aux espaces intérieurs (boutique, salle de cours), aux toilettes et au champ de pratique. Une généreuse toiture couverte de verdure unit les deux volumes.

Le bois étant ressource naturelle renouvelable, il est grandement mis en valeur dans ce projet. Des panneaux massifs en bois lamellé-croisé ont été utilisés pour la structure du bâtiment, tant pour les murs que pour le toit. Son utilisation pour les murs remplace l'usage de blocs de béton habituellement utilisés pour ce type d'usage. Quant aux porte-à-faux de la toiture, ceux-ci s'imposent tout en ayant un minimum d'épaisseur de structure. En plus des propriétés structurales, les propriétés esthétiques du bois sont mises de l'avant en exposant le bois à l'intérieur.



Photo: Vincent Audy



Photo: Vincent Audy



Photo : Stéphane Groleau

Gare fluviale de Lévis

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Lévis

Région :

Chaudières-Appalaches

Usage(s) du bâtiment :

A2

Type(s) de structure :



Superficie du bâtiment :

942 m²

Nombre d'étage(s) :

2

Année de construction :

2015

Budget :

9 M\$

Coût des éléments en bois :

540 650 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

GLCRM & Associés architectes

Ingénieur(s) en structure :

Stantec Experts-Conseil

Entrepreneur général :

Béland Lapointe

Fournisseur(s) de produits :

Nordic Structures

La structure de la gare fluviale de Lévis s'inspire fortement de l'histoire navale et industrielle du site sur lequel elle est implantée. Elle met ainsi à profit les qualités du bois et de l'acier afin d'utiliser le bon matériau au bon endroit.

L'acier est utilisé pour le système de colonnes et de contreventement dans le but d'obtenir les poteaux les plus minces possible, les rendant ainsi presque invisibles. Pour amincir la toiture au maximum, la hauteur des poutres a été maintenue uniforme pour toutes les trames en utilisant des poutres sous-tendues pour les portées les plus longues de 9,3 m. Cette structure donne une impression de légèreté au bâtiment tout en mettant en valeur la magnifique structure en bois du plafond. L'utilisation de panneaux en bois lamellé-croisé (CLT) pour le platelage de la toiture a permis d'obtenir de grandes portées et d'importants porte-à-faux atteignant jusqu'à 1,8 m dans les deux directions.

En plus d'évoquer le passé de la construction navale en bois, l'angulation des toitures anime les espaces intérieurs et leur procure une ambiance feutrée. À l'extérieur, ces toitures se poursuivent et sont revêtues de cèdre rouge. Plus près du sol, l'assise de la gare en mélèze du Québec, essence très adaptée à l'emploi extérieur, se prolonge en de larges gradins tournés vers le parc. Elle évoque les quais et empilages de bois jadis présents sur le site. L'empilage se poursuit à l'intérieur devant la billetterie et se matérialise en mobilier intégré, lui aussi en mélèze.



Photo : Stéphane Groleau



Photo : Stéphane Groleau



Photo : Nadeau Photo Solution

Marina de Disraeli

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Disraeli

Région:

Chaudières-Appalaches

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

349 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2017

Budget:

2,45 M\$

Coût des éléments en bois:

162 770 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Lemay Côté Architectes

Ingénieur(s) en structure:

SNC-Lavalin

Entrepreneur général:

Les Constructions Olisa

Fournisseur(s) de produits:

Art Massif

Ce projet consiste en un réaménagement majeur de la marina existante et des aires de repos adjacentes. À la suite de la démolition d'un bâtiment d'une superficie de 93 mètres carrés, un agrandissement de 172 m² a été bâti et annexé au bâtiment de restauration existant. Le projet comprend également l'ajout d'une terrasse en hauteur au-dessus du bâtiment de restauration, avec des garde-corps en verre donnant une vue sur le lac Aylmer, et une pergola abritant un espace extérieur.

L'utilisation du bois dans ce projet est justifiée par une volonté de promouvoir l'utilisation du bois en construction, mais aussi pour sa flexibilité. La structure en bois a en effet permis la création des volumes angulaires du projet par l'utilisation d'arches en bois lamellé-collé de différentes hauteurs. Chaque arche devient le point de flexion de la toiture et supporte la noue ou le faîtage du toit selon la situation. La structure en bois a permis une rapidité d'exécution et s'est avérée un choix économique pour la réalisation du projet. De plus, l'utilisation du bois dans ce projet fait référence à la thématique marine et navale. En effet, le bois est historiquement omniprésent dans le domaine de la navigation. Les premiers bateaux à être construits ainsi que les quais qui les accueillait étaient en bois. La structure du bâtiment se veut être un hommage et une réinterprétation contemporaine de ces utilisations du bois.



Photo : Ville de Disraeli



Photo : Michel Roy

Parc Riverain - Espace Fillion

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

L'Ange-Gardien

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Murs en gros bois

Superficie du bâtiment:

310 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2016

Budget:

1,43 m\$

Coût des éléments en bois:

182 438 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Coarchitecture
Civiliti

Ingénieur(s) en structure:

LGT

Entrepreneur général:

-

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures (CLT)
Bois Hamel (gros bois)

S'inscrivant en continuité avec le développement d'une trame d'espaces verts en bordure du fleuve Saint-Laurent, le projet du parc riverain Espace Fillion, à L'Ange-Gardien, vient redonner aux citoyens et aux visiteurs de la localité un accès privilégié aux berges qui ont façonné la région. Ce bâtiment devait également soutenir la municipalité pour l'organisation d'événements ponctuels tels que des rassemblements, des fêtes, des festivals, des marchés publics et d'autres activités nécessitant un abri sommaire, en toute saison.

Le bâtiment prévu devait être un espace saisonnier, non chauffé et non isolé. L'utilisation du bois pour la composition des murs du pavillon s'est donc imposée comme un choix logique, vu sa durabilité aux changements de saisons et ses qualités isolantes intrinsèques. Les concepteurs ont donc opté pour une grande marquise de bois qui octroie à la fois ouverture et protection contre les éléments en plus de laisser la possibilité de fermer temporairement l'espace à l'aide de toiles tendues. Le besoin de flexibilité commandant de grandes portées sans colonnes, l'équipe de projet a également choisi d'utiliser une structure hybride de métal et de bois, permettant ainsi de libérer entièrement l'espace principal par l'utilisation audacieuse de bois lamellé croisé (CLT) de seulement 170 mm d'épaisseur pour des portées libres de près de huit mètres sans appui. Ce mince voile de bois angulaire tourné vers le fleuve est entièrement dégagé du corps principal du pavillon. L'espace supérieur est entièrement comblé par un vitrage, laissant la lumière pénétrer l'intérieur du bâtiment.



Photo : Coarchitecture



Photo : Michel Roy



Photo : Daniel Paiement architecte

Pavillon d'accueil du parc de la Rivière-du-Moulin

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Saguenay

Région:

Saguenay-Lac-Saint-Jean

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Fermes ajourées en bois

Superficie du bâtiment:

783 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2011

Budget:

2,6 M\$

Coût des éléments en bois:

467 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Daniel Paiement Architecte

Ingénieur(s) en structure:

Groupe Conseil Roche

Entrepreneur général:

Adrien Desbiens & fils Construction

Fournisseur(s) de produits:

-

L'agrandissement du chalet d'accueil du parc de la Rivière-du-Moulin (150 m²) et la nouvelle construction (640 m²) jouxtant le pavillon du parc existant devaient s'adapter aux particularités du site axées sur la nature et la forêt. Situé au cœur de la ville de Saguenay, le pavillon du parc de quartier offre des services diversifiés (salles de réunion, terrain de jeux et nature animée) et les nouvelles installations doivent répondre aux nouveaux besoins de plein air du parc urbain (ski de fond, raquette, vélo de montagne, etc.)

Dans ce pavillon, le choix du bois apparent répond naturellement à la vocation du bâtiment. Le revêtement sur les cloisons intérieures est composé d'éléments en pin blanc disposés sous différents angles. Pour les plafonds en suspension, une tuile en placage de peuplier blanc sur panneau MDF offre un confort acoustique supérieur. Le choix d'un toit de forme hyperboloïde parabolique a entraîné l'utilisation d'une structure mixte, jumelant des poutres et colonnes en bois lamellé-collé et des poutrelles ajourées.



Photo : Daniel Paiement architecte



Photo : Daniel Paiement architecte



Photo : Lucien Lisabelle

Place des citoyens

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Sainte-Adèle

Région :

Laurentides

Usage(s) du bâtiment :

A2

Type(s) de structure :



Superficie du bâtiment :

440 m²

Nombre d'étage(s) :

2

Année de construction :

2013

Budget :

4,65 M\$

Coût des éléments en bois :

606 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

Atelier IDEA

Ingénieur(s) en structure :

GUUSA Experts-conseils

Entrepreneur général :

-

Fournisseur(s) de produits :

Goodfellow

Place de rassemblements, de diffusion de la culture et d'une multitude d'événements, ce bâtiment implanté au cœur de Sainte-Adèle représente un lien important avec ses citoyens.

L'utilisation abondante du bois, les surfaces de béton coloré et fossilisé (telle une empreinte végétale) ainsi que de grandes ouvertures fusionnent le bâti et le paysage. La silhouette des toitures s'inspire d'ailleurs du profil des montagnes laurentiennes.

Sainte-Adèle s'étant développée en grande partie grâce à l'exploitation forestière, le choix d'utiliser le bois s'est donc imposé comme matériau identitaire pour cette construction à vocation culturelle. Il y avait aussi la volonté de marquer le lieu par un bâtiment distinctif ayant une valeur esthétique pouvant séduire et attirer les citoyens et les visiteurs.

Le choix structural du bois lamellé-collé a offert une flexibilité de création qui a été exploitée par la forme courbe des toitures et une liberté de portée afin de dégager les espaces des salles. En raison de leur grande résistance thermique, les colonnes, par leurs dimensions, traversent l'enveloppe du bâtiment et sont apparentes tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. Grâce à la préfabrication, l'assemblage de la structure de bois a pu être monté en condition hivernale, avantage non négligeable, et n'a produit aucun rebut au chantier. Un autre avantage intéressant de ce type de projet, c'est qu'après l'érection complète de la structure (bois et béton), une bonne partie de la finition était du même coup définitive. Il est intéressant de noter qu'après quelques mois d'exploitation, l'abondance de témoignages positifs et admiratifs démontre que l'utilisation du bois pour ce projet a nettement conquis les personnes qui l'ont fréquenté.



Photo : Lucien Lisabelle



Photo : Lucien Lisabelle



Photo : Beaupré Michaud et associés, architectes

Piscine Bariteau

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Longueuil

Région:

Montérégie

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

140 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2015

Budget:

2 M\$

Coût des éléments en bois:

140 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Beaupré Michaud et Associés, Architectes

Ingénieur(s) en structure:

-

Entrepreneur général:

Quadrax et Associés

Fournisseur(s) de produits:

Quadrax (OLB)

Nordic Structures (CLT)

Le parc Bariteau est situé dans le secteur Le Moyne de la ville de Longueuil, un secteur résidentiel défavorisé, enclavé par les grands axes routiers. En 2014, la Ville a décidé d'y construire une installation aquatique familiale et accessible, revoyant par le fait même l'organisation générale du parc.

La piscine de forme irrégulière favorise la cohabitation de tous les baigneurs: une grande entrée plage munie d'une main courante facilite l'entrée à l'eau des personnes à mobilité réduite; une barboteuse équipée d'un jeu d'eau est conçue à l'intention des jeunes enfants, alors qu'une glissade située en zone profonde est dédiée aux plus grands et deux corridors de 25 m sont réservés aux nageurs.

Ce projet illustre de façon convaincante qu'il est possible de maximiser l'utilisation du bois pour la construction d'édifices publics de petite taille qui sont généralement construits en béton. Il fait également la preuve que le bois peut être utilisé dans les aménagements extérieurs publics dédiés à des installations aquatiques. Dès l'étape de conception, le projet est orienté vers des objectifs de développement durable. Ceux-ci consistent à assurer une ventilation naturelle, à maximiser le potentiel de fixation de carbone et à réduire l'émission de gaz à effets de serre associés aux matériaux.

En plus de l'utilisation du bois lamellé-croisé (CLT), 30 % de l'aire de détente est végétalisée et 7 % est constituée d'une terrasse en bois recyclé. Ces mesures représentent une réduction de 60 m³ de béton.



Photo : Beaupré Michaud et associés, architectes



Photo : Beaupré Michaud et associés, architectes



Photo: Nicolas Bouchard

Préau du Parc de la famille

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Neuville

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

1 414 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2017

Budget:

1,48 M\$

Coût des éléments en bois:

574 517 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Les Architectes Jacques et Gervais
Groupe Espace Vie architecture de paysage

Ingénieur(s) en structure:

WSP Ingénieurs
Charpente Montmorency

Entrepreneur général:

Levesque et Associés Construction

Fournisseur(s) de produits:

Charpente Montmorency

Le Préau abrite une partie du Parc de la famille et sert d'abris au camp de jour en été. En hiver, il accueille la patinoire de hockey. Il est constitué d'une structure en bois lamellé-collé apparente et d'une toiture de 54 m x 29 m couvrant une aire de jeux de 52 m x 27 m. La structure a une hauteur libre de 8,2 m sous faîtière et 5,5 m sous les tirants métalliques inférieurs. L'ouvrage résultant totalise 10 m de hauteur.

Le choix d'une structure hybride bois/acier avec tablier métallique structural au toit a permis de réduire les coûts et de maintenir l'omniprésence du bois dans le projet. Un suivi assidu de l'évolution des coûts estimés et l'implication directe de tous les intervenants auront permis d'optimiser le concept structural et de réaliser l'ouvrage dans le respect du budget initial.

En appel d'offres, une marge de manœuvre dans la conception des constituants des connecteurs et tirants de la structure projetée a été intégrée aux documents de soumission afin de permettre aux différents fabricants de structure de bois de soumissionner sur le projet avec leurs propres expertises et méthodes de fabrication. Cette ouverture aura permis aux différents soumissionnaires de demeurer compétitifs. La polyvalence du matériau bois, son apparence et le savoir-faire des intervenants ont permis d'atteindre le résultat souhaité. Tous les intervenants impliqués ont veillé à intégrer les avantages du bois dans un cheminement de développement durable en respectant les coûts et les besoins du programme. Ainsi, le Préau, fait en conception intégrée (BIM), constitue un espace collectif multifonctionnel qui intègre des aménagements permanents, à coûts raisonnables, et accessibles à la population toute l'année.



Photo: Nicolas Bouchard



Photo: Nicolas Bouchard



Quai des Cageux

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Québec

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

A2

Type(s) de structure:

Parement intérieur et extérieur en lambris de cèdre rouge de l'Ouest

Superficie du bâtiment:

203 m²

Nombre d'étage(s):

Pavillon d'accueil : 1
Tour d'observation : 5

Année de construction:

2007

Budget:

-

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Daoust Lestage

Ingénieur(s) en structure:

Le Consortium Génivar SNC-Lavalin

Entrepreneur général:

-

Fournisseur(s) de produits:

-

S'inscrivant à l'intérieur de la Promenade Samuel-de-Champlain qui visait à redonner l'accès au fleuve aux citoyens, le Pavillon et la tour du quai des Cageux se veulent un projet rassembleur où les gens peuvent contempler la nature et pratiquer des activités sportives en plein air. Le projet, qui comprenait la restauration du quai d'origine, est composé d'un bâtiment de service et d'une tour d'observation (belvédère), tous deux revêtus de bois.

Le bâtiment de services, qui accueille des expositions, des réunions et d'autres événements culturels, est composé de deux volumes de forme allongée d'un étage de haut abritant une salle polyvalente et divers services aux visiteurs. Il s'étend sur une superficie totale d'environ 258 m² incluant les espaces semi-couverts en relation directe avec le fleuve. L'intérieur et l'extérieur du bâtiment sont recouverts d'un parement en cèdre rouge de l'ouest avec une texture de sciage fine et un traitement de surface appliqué en usine.

La tour d'observation, implantée sur le coin nord de l'ancien quai, est une icône du secteur de par sa morphologie singulière. Composée d'une structure d'acier s'élevant sur 5 étages, elle est couverte de planches à platelage en pin jaune traitées avec des produits de réservation ACC.





Photo : Hugo Lacroix

Aréna de Cloutier

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Rouyn-Noranda

Région:

Abitibi-Témiscamingue

Usage(s) du bâtiment:

Usage principal : A3 (portion aréna)

Usage secondaire : A2 (autres)

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

2 284 m²

Nombre d'étage(s):

1 pour la portion A3

2 pour la portion A2

Année de construction:

2016

Budget:

4,2 M\$

Coût des éléments en bois:

762 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Guy Boillard Architecte

Ingénieur(s) en structure:

SNC-Lavalin

Entrepreneur général:

Les Constructions Pépin et Fortin

Fournisseur(s) de produits:

Tecolam (arches et platelage en BLC)

Murs Cameron (ossature légère en bois)

Cloutier est un quartier de la ville de Rouyn-Noranda situé à environ 30 kilomètres de l'agglomération principale. Autrefois village indépendant, ce quartier disposait depuis plusieurs années d'un bâtiment qui servait d'aréna. Ce bâtiment, devenu vétuste, devait être remplacé. Plus vaste que le précédent et disponible pour tous les citoyens de la ville, le nouveau bâtiment devait offrir une surface de glace réglementaire, non réfrigérée, et des locaux communautaires réclamés depuis longtemps par la population. Parmi ceux-ci, on compte une salle communautaire, un local des jeunes, une salle de formation et d'activités en plus de locaux d'entreposage.

Favorable à l'utilisation du bois dans ce projet, la Ville de Rouyn-Noranda a donc rédigé son appel d'offres sous forme de devis de performance, exprimant clairement la volonté de privilégier un concept en bois. Celui-ci donnait toutefois aux promoteurs la possibilité de proposer un projet en bois ou en acier. Non seulement le concept retenu est un bâtiment en bois comme le souhaitait la Ville, mais il permettait en plus de respecter le budget alloué.

La structure principale de l'aréna est en bois lamellé-collé avec des éléments de pontage également en bois lamellé-collé. L'ossature des planchers et des cloisons est en bois d'œuvre, les platelages en contreplaqué. Les façades ont été agrémentées d'un revêtement en bois. Malgré une facture simple et un budget limité, le projet démontre que l'utilisation du bois est désormais une alternative incontournable pour la construction commerciale ou institutionnelle.



Photo : Hugo Lacroix

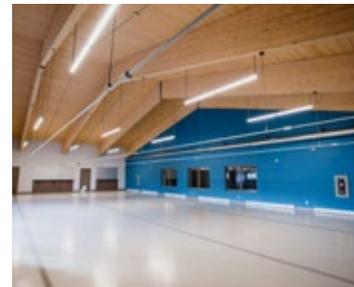


Photo : Hugo Lacroix



Photo : Stéphane Brügger

Complexe aquatique de Minganie

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Havre-Saint-Pierre

Région:

Côte-Nord

Usage(s) du bâtiment:

A3

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

1 988 m²

Nombre d'étage(s):

2

Année de construction:

2018

Budget:

15,3 M\$

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Héloïse Thibodeau Architecte

Ingénieur(s) en structure:

AXOR Experts-Conseils

Entrepreneur général:

Cégerco

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

Le Complexe aquatique permet à la MRC de Minganie d'offrir à sa population une infrastructure aquatique de qualité tout en améliorant la qualité de vie de ses utilisateurs. Situé entre l'école secondaire Monseigneur-Labrie et la préfecture de la MRC à Havre-Saint-Pierre, le complexe de 2 000 m² comprend un bassin de compétition de quatre couloirs de 25 mètres de longueur intégré à un bassin récréatif et une pataugeoire, un tremplin de un mètre, une plateforme de trois mètres, des jeux aquatiques fixes, une glissade, des saunas, un vestiaire, des salles fonctionnelles et techniques ainsi qu'un observatoire à l'étage.

La structure portante dans l'espace piscine d'environ 25 m x 34 m est composée d'éléments en bois lamellé-collé qui donnent un aspect chaleureux au complexe, offrant un beau contraste avec la couleur de l'eau. Le système comprend 15 poutres en bois lamellé-collé d'une portée de 25 m et de sections identiques de 184 mm x 1520 mm ainsi que des colonnes en bois lamellé-collé d'une hauteur de 7 m et d'une section de 184 mm x 600 mm. Ce système de type poteaux-poutres en bois est très efficace pour assurer de grandes portées libres et son aspect esthétique est très recherché. La popularité du complexe parle d'elle-même : près de 500 inscriptions ont été enregistrées et la municipalité a d'ailleurs besoin de débloquer de nouvelles plages horaires afin de répondre à la demande.



Photo : Stéphane Brügger



Photo: Municipalité de McMasterville

Patinoire couverte de McMasterville

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

McMasterville

Région:

Montérégie

Usage(s) du bâtiment:

A3

Type(s) de structure:**Superficie du bâtiment:**

1 839 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2011

Budget:

2,4 M\$

Coût des éléments en bois:

750 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Monty Architecte

Ingénieur(s) en structure:

Stavibel

Nordic Structures

Entrepreneur général:

Construction Benvas

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

L'ajout d'un toit à la patinoire municipale a permis de prolonger la période d'utilisation hivernale de cette infrastructure. Il procure aussi aux utilisateurs une protection face aux rayons UV. De plus, la toiture permet au site d'être utilisé lors d'événements communautaires majeurs comme la fête nationale, pour la projection de films, lors d'activités d'animation, pour des spectacles de musique, pour la pratique de hockey-balle ou de patin à roues alignées, en plus de servir d'abri pour les camps de jour pendant la période estivale.

La municipalité de McMasterville est dotée d'une vision globale en matière de respect de l'environnement et de développement durable, d'où la volonté d'utiliser le bois, matériau renouvelable, pour réaliser le projet. L'utilisation du bois s'inscrit dans une perspective d'achat local et de réduction des GES, en supportant le recours à des matériaux produits et fabriqués au Québec et l'utilisation de main-d'œuvre locale pour la mise en place de la structure. Le toit en bois, en plus d'être esthétique, s'intègre harmonieusement au parc dans lequel se trouve la patinoire. La patinoire a d'ailleurs été rapidement adoptée par la population et les utilisateurs y sont reçus par le slogan « McMasterville est fière de vous accueillir sous son toit ».

Non seulement cette structure conçue en bois lamellé-collé est une source de fierté pour ses citoyens, mais elle s'est également avérée 15 % plus économique lorsque comparée à une solution similaire en acier. La Ville dit recevoir régulièrement des demandes d'information de municipalités à travers la province intéressées à s'inspirer de ce projet.



Photo: Municipalité de McMasterville



Photo : Stéphane Groleau

Stade Chauveau

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Québec

Région :

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment :

A3

Type(s) de structure :



Superficie du bâtiment :

9 800 m²

Nombre d'étage(s) :

2

Année de construction :

2008

Budget :

20 M\$

Coût des éléments en bois :

4 M\$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

ABCP Architecture
Hudon Julien associés

Ingénieur(s) en structure :

Roche Construction
EMS - Génio - Teknika HBA

Entrepreneur général :

Decarel

Fournisseur(s) de produits :

Nordic Structures

Le complexe de soccer intérieur du Parc Chauveau est issu d'une volonté de la Ville de Québec de se doter d'une infrastructure sportive d'envergure régionale, tout en créant un bâtiment exemplaire conçu selon les principes de développement durable. En plus des aires de jeu synthétique de 100 m X 65 m, le bâtiment de 9 800 m² abrite tous les espaces de soutien, c'est-à-dire les vestiaires pour les joueurs, les bureaux administratifs, les locaux de réunion ainsi qu'un casse-croûte.

La toiture courbe du bâtiment est supportée par une structure apparente en bois. Onze arches en bois lamellé-collé d'une portée libre de 73,5 m permettent de chevaucher le terrain de soccer avec une hauteur libre de 19,5 m au centre de l'aire de jeu. Ces arches à trois articulations, espacées de 9 m, sont disposées à des niveaux différents selon la longueur du bâtiment afin de former un voile à double courbure. Des poutres de redressement aux extrémités des arches surélevent la toiture pour couvrir les aires de circulation, tout en réduisant les charges causées par les accumulations de neige. Grâce à l'utilisation du bois, qui permet la préfabrication des différentes composantes en usine, la structure a pu être montée et assemblée en hiver sans aucun problème et de façon rapide. L'utilisation de 1 600 m³ de bois a permis d'éviter l'émission de 1 760 tonnes de CO₂ en comparaison avec d'autres types de structures.



Photo : Stéphane Groleau



Photo : Paul Dionne



Photo : Stéphane Groleau

Stade de soccer de Montréal

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Montréal

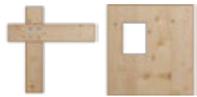
Région :

Montréal

Usage(s) du bâtiment :

A3

Type(s) de structure :



Superficie du bâtiment :

37 400 m²

Nombre d'étage(s) :

2

Année de construction :

2015

Budget :

38,9 M\$

Coût des éléments en bois :

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

Saucier+Perrotte Architectes et HCMA

Ingénieur(s) en structure :

NCK (acier)

Nordic Structures (bois)

Entrepreneur général :

Entreprises de construction TEQ

Fournisseur(s) de produits :

Nordic Structures

Le Stade de soccer de Montréal est un complexe sportif situé sur le site d'une ancienne carrière dans le quartier Saint-Michel/Villeray/Parc-Extension de Montréal. Participant à une redynamisation de ce secteur, le projet présente une architecture intégrée aux éléments naturels du site, comme une strate géologique. Le stade contient des terrains intérieurs et extérieurs de soccer, des bureaux, des espaces publics et permet d'asseoir 750 spectateurs dans ses gradins.

Le choix du bois était d'abord dicté par le concept architectural au tout début du projet. Le projet devait également être un modèle de développement durable. Le grand geste architectural en zinc sombre de la toiture du stade se déploie et révèle, sous sa géométrie angulaire, la structure de bois. Les portées impressionnantes de 69 mètres au-dessus des terrains sont rendues possibles grâce aux 13 poutres-caissons en bois lamellé-croisé (CLT) et en bois lamellé-collé assemblé. Mesurant chacune quatre mètres de haut et pesant près de 100 tonnes, elles forment une structure atypique, les poutres étant placées dans différents angles. Certaines poutres sont seulement décoratives, servant de diagonales pour créer l'effet de résille imaginé par les architectes.

La structure de bois est supportée par une structure d'acier. Elle flotte au-dessus des terrains et se poursuit à l'extérieur, traversant un grand mur rideau de verre. La poursuite de la même surface sous la toiture de l'intérieur vers l'extérieur aurait présenté un défi considérable si le tout avait été réalisé en béton ou en acier. Les ponts thermiques auraient pu causer des problèmes au niveau de l'enveloppe. Le choix du bois, ayant une résistance thermique intrinsèque, a donc ici parfaitement servi le concept architectural.



Photo : Stéphane Groleau



Photo : Stéphane Groleau



Photo: Daniel Paiement architecte

Poste de la Sûreté du Québec à Saint-Ambroise

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Saint-Ambroise

Région:

Saguenay-Lac-Saint-Jean

Usage(s) du bâtiment:

B1

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

835 m²

Nombre d'étage(s):

-

Année de construction:

2012

Budget:

2,74 M\$

Coût des éléments en bois:

215 632 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Consortium Groupe DPA Daniel Paiement
Architectes
TLA Tremblay Lécuyer Architectes

Ingénieur(s) en structure:

Cegertec (maintenant Stantec)

Entrepreneur général:

Constructions Guy Bonneau

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

Le poste de la Sûreté du Québec à Saint-Ambroise est le quartier général de 29 policiers et de trois membres civils. Ce bâtiment, visible à l'entrée de la ville sur une route à haute vitesse, avait comme objectif de se faire remarquer et de faire une bonne première impression. De plus, les différents partis exigeaient que le bâtiment soit durable et fonctionnel. Une certification LEED® était également visée.

Afin de répondre à ces objectifs, de même qu'à la volonté de la Société québécoise des infrastructures (SQI) de construire un bâtiment en bois, une structure mixte en bois a été privilégiée. La partie accessible au public et qui présente de plus grandes portées est en bois d'ingénierie, plus précisément en bois lamellé-collé utilisé pour les poutres, les colonnes et le platelage. La partie non visible et aux plus petites portées est en ossature légère, donc faite de bois de sciage et de poutrelles en bois. Cette diversité au niveau des systèmes constructifs permet de réduire le coût de la structure tout en mettant l'accent sur la structure en gros bois là où elle a le plus d'impact. De plus, le choix d'un volume circulaire afin de promouvoir la convivialité du poste contribue à mettre en valeur la structure en bois à l'intérieur du bâtiment.

Le choix du bois comme matériau de construction dans ce projet et l'utilisation judicieuse des différents produits du bois ont permis de concrétiser le projet à coûts moindres.



Photo: Daniel Paiement architecte



Photo: Daniel Paiement architecte



Photo : Christian Bibeau

Centre de santé Marie-Paule-Siouï-Vincent

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Wendake

Région :

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment :

B2

Type(s) de structure :



Revêtement extérieur en cèdre de l'Ouest

Superficie du bâtiment :

560 m²

Nombre d'étage(s) :

2

Année de construction :

2013

Budget :

4,2 M\$

Coût des éléments en bois :

573 800 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

Beaudet Faille Normand architectes

Ingénieur(s) en structure :

Cime consultants

Entrepreneur général :

-

Fournisseur(s) de produits :

Ossature légère en bois : Éconobois
Poutres et colonnes en BLC : Técolam
Revêtement extérieur : Éconobois

Le centre de santé comporte une salle d'accueil, une salle d'examen médicaux, des bureaux, une salle polyvalente et une cuisine. Il s'intègre dans un complexe de santé qui comprendra également à terme un centre de jour, un hébergement supervisé pour personnes âgées et un CHSLD.

Afin de répondre à la fois aux besoins du client ainsi qu'à son budget, l'équipe de conception a opté pour une structure hybride, soit une charpente de bois lamellé-collé (poutres et colonnes) complétée par une charpente à ossature légère (murs et poutrelles). L'utilisation des deux systèmes a permis de tirer avantage des particularités de chacun. Des poutres et colonnes en bois lamellé-collé, partout apparentes, structurent le bâtiment et divisent les espaces intérieurs. Dans les espaces communs, les plafonds sont en plâtrage de bois apparent. Ailleurs, des plaques de plâtre couvrent les poutrelles ajourées tout en laissant toutefois les poutres apparentes. Présent également à l'extérieur, le bois habille les façades avant, latérale et arrière. L'utilisation du bois comme matériau de structure et d'apparence dans ce projet démontre non seulement la flexibilité de ce matériau, mais également la volonté d'une communauté de se doter d'un bâtiment reflétant ses besoins et ses valeurs.



Photo : Christian Bibeau



Photo : Christian Bibeau



Photo : Douglas Consultants

PAL 6

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Québec

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

C

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

1 090 m²

Nombre d'étage(s):

6

Année de construction:

2016

Budget:

12,3 M\$

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Lafond Côté Architectes

Ingénieur(s) en structure:

Douglas Consultants

Entrepreneur général:

Habitations Consultants HL

Fournisseur(s) de produits:

Structures Ultratec

Initié par Action-Habitation, ce bâtiment de six étages est le premier à s'installer dans l'écoquartier de la Pointe-aux-Lièvres, un développement écologique à proximité du Vieux-Québec. L'immeuble géré par l'organisme Un toit en réserve offre 59 logements abordables destinés aux familles ainsi que des locaux communautaires au rez-de-chaussée.

En raison de la faible capacité portante du sol dans ce secteur, l'utilisation d'une structure en bois a permis de minimiser le poids du bâtiment, réduisant ainsi le coût des fondations. Pour limiter le retrait, les concepteurs ont eu recours à des sablières en LSL. Ce produit d'ingénierie, utilisé principalement au sein de structures à ossature légère comme dans ce cas-ci, permet de fournir une meilleure stabilité dimensionnelle dans des endroits critiques du bâtiment, et donc d'en limiter le mouvement non désiré. De plus, les balcons sont suspendus par des tirants pour pallier les conséquences du mouvement vertical. Des ancrages de retenue avec compensateurs de retrait ont également été utilisés, permettant ainsi de maintenir la tension dans les ancrages à la suite du retrait. Ces mesures préventives sont un bel exemple de savoir-faire lorsqu'il s'agit de construire des bâtiments en hauteur à ossature légère en bois.



Photo : Douglas Consultants



Photo : Douglas Consultants



Photo: Marie-Hélène Nollet

Bureaux de la MRC de la Matapédia

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Amqui

Région:

Bas-Saint-Laurent

Usage(s) du bâtiment:

D

Type(s) de structure:



Fermes de toit ajourées

Superficie du bâtiment:

1554 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2018

Budget:

4,5 M\$

Coût des éléments en bois:

519 200 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Les architectes Goulet et LeBel

Ingénieur(s) en structure:

LGT

Entrepreneur général:

Marcel Charest et fils

Fournisseur(s) de produits:

Art Massif (BLC)

L. Chouinard et fils (Fermes de toit)

La MRC de La Matapédia marque l'entrée de sa région par son centre administratif entièrement en bois, un matériau significatif pour cette région forestière. Le bâtiment est principalement composé de deux volumes juxtaposés séparés par un volume central qui exprime la circulation verticale et la jonction entre la zone publique et la zone administrative. Le secteur administratif est construit sur deux étages et le secteur de la salle du conseil sur un étage près de l'entrée principale.

Malgré un budget limité et après avoir validé que les coûts de construction seraient équivalents à ceux d'une construction standard (poutrelles ajourées, gypse, plâtrage et peinture), la MRC a choisi d'opter pour une construction en bois presque entièrement en bois lamellé-collé, laquelle a permis d'offrir des espaces de bureaux à aire ouverte. La structure de bois lamellé-collé huilée et laissée apparente se superpose au pontage de plancher et de toiture huilé de couleur naturelle dans le secteur administratif et gris dans le secteur public. Des modules séparateurs en contreplaqué russe assurent l'intimité entre les espaces de bureaux dans les aires ouvertes. Des plaques de contreplaqué russe sont appliquées dans le hall principal sur les murs du comptoir d'accueil et des services sanitaires. La presque totalité des portes et cadres est en bois de merisier. Le déclin de bois extérieur teint en gris contraste avec les poutres et les colonnes extérieures aux entrées du bâtiment. Le dessous du grand débord de toiture des deux entrées est fermé par des lattes de bois. Le tout confère à l'ensemble un caractère unique, chaleureux et contemporain.



Photo: Karine Lemieux



Photo: Marie-Hélène Nollet



Photo: Lemay Côté architectes

Bureaux de la MRC du Granit

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Lac-Mégantic

Région:

Estrie

Usage(s) du bâtiment:

D

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

1 537 m²

Nombre d'étage(s):

3

Année de construction:

2016

Budget:

3,27 M\$

Coût des éléments en bois:

BLC: 64 000 \$

OLB: 115 290 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Lemay Côté Architectes

Ingénieur(s) en structure:

Pépin Poirier consultants

Entrepreneur général:

Les constructions Hallé et Frères

Fournisseur(s) de produits:

Art Massif (poutres et colonnes en BLC)

Clyvanor (ossature légère en bois)

Usinage et Fabrication du Lac (acier)

Étant le premier bâtiment à s'établir dans la zone rouge où a eu lieu la catastrophe du 6 juillet 2013, la reconstruction de cet immeuble de 1 587 m², partagé sur trois étages, est un symbole de résilience au sein du Centre-ville de Lac-Mégantic. Cet édifice à bureaux abrite plusieurs services publics, tels que ceux de la MRC du Granit, du CLD, de l'Office du tourisme et ceux reliés au personnel du député libéral provincial.

L'immeuble est érigé avec une structure mixte composée d'une structure primaire en acier qui reçoit les planchers, tandis que les murs et le toit sont à ossature légère en bois. Cette technique de construction a permis la préfabrication des murs, des planchers et du toit, générant ainsi une rapidité d'exécution. Afin de rendre le bois visible, une structure secondaire apparente en lamellé-collé a été ajoutée à l'intérieur du bâtiment près de l'entrée et dans la cage d'escalier principale du projet. Cette structure et les murs rideaux, eux-mêmes en bois, qui viennent s'y accrocher, soulignent et magnifient les points de vue sur le paysage environnant.

L'utilisation du bois dans ce projet vient d'une volonté commune au sein de l'équipe de construire un bâtiment durable à partir d'une matière locale de la région de Lac-Mégantic. Le bois a répondu à la fois à des impératifs esthétiques et des considérations techniques, tout en permettant de créer une image forte pour le bâtiment en l'alliant avec un autre matériau local de la région: le granit.

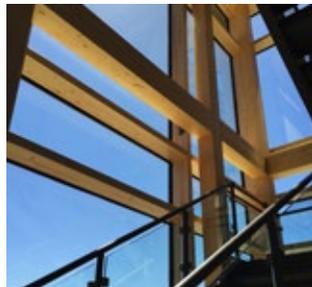


Photo: Lemay Côté architectes



Photo: Lemay Côté architectes



Photo: Marie-Hélène Nollet

Édifice Claude-Bécharde

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Saint-Pascal-de-Kamouraska

Région:

Bas-Saint-Laurent

Usage(s) du bâtiment:

D

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

1968 m²

Nombre d'étage(s):

3

Année de construction:

2016

Budget:

5,5 M\$

Coût des éléments en bois:

565 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Les architectes Goulet et LeBel

Ingénieur(s) en structure:

Tetra Tech Québec

Entrepreneur général:

Marcel Charest et fils

Fournisseur(s) de produits:

Art Massif

D'une superficie de 1 845 m² répartie sur trois étages, l'Édifice Claude-Bécharde regroupe les services de la MRC de Kamouraska, du Centre local de développement (CLD) et d'autres organismes. Les solutions appliquées par les concepteurs concourent toutes à l'efficacité énergétique du bâtiment et à faire de l'édifice Claude-Bécharde un milieu de travail sain et confortable, ceci tout en optimisant l'utilisation de ressources régionales.

Puisque le bâtiment est situé sur un terrain hostile et dans une zone sismique importante, une structure hybride s'est rapidement imposée même si l'intention de la MRC était à l'origine de faire un bâtiment entièrement en bois. Ainsi, l'ossature périmétrique et les contreventements intérieurs sont en acier et les systèmes intérieurs sont en bois lamellé-collé (poutres, colonnes et pontage de bois apparents). Le défi de cette structure réside au niveau de la coordination au chantier, où la structure de bois devait ni plus ni moins être érigée en même temps que celle d'acier. Comme ce sont deux corps de métiers distincts qui étaient appelés à travailler ensemble sur le terrain, une collaboration étroite avec le fabricant et installateur de l'ossature d'acier fut nécessaire.

L'Édifice Claude-Bécharde illustre bien les efforts qui ont été déployés pour intégrer le bois au design du projet, une ressource régionale. En plus d'une partie de la structure, 80 % du parement extérieur du bâtiment est fait de ce matériau, sans oublier le lambris de tremble dans l'escalier principal. L'utilisation de ces différents produits en bois confère au bâtiment son esthétique unique en plus de faire de l'Édifice Claude-Bécharde un fleuron régional et un exemple d'architecture durable.



Photo: Marie-Hélène Nollet



Photo: Steve Desrosiers



Photo : Sylvie Perrault

Marché Lionel-Daunais

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité :

Boucherville

Région :

Montérégie

Usage(s) du bâtiment :

E

Type(s) de structure :



Revêtement extérieur en bois

Superficie du bâtiment :

958 m²

Nombre d'étage(s) :

1

Année de construction :

2008

Budget :

1,2 M\$

Coût des éléments en bois :

45 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s) :

Sylvie Perrault Architectes

Ingénieur(s) en structure :

Sylvain Parr et associés
Moïse Saban Consultants
Axor

Entrepreneur général :

Les entreprises Claude Charron

Fournisseur(s) de produits :

-

Le marché public Lionel Daunais, à Boucherville, procure aux producteurs maraîchers une place de vente tout en servant également d'espace rassembleur, festif et convivial. Le bois s'est avéré le matériau de premier choix pour définir la toile de fond de cette atmosphère de convivialité.

L'espace du marché public est défini par trois éléments : le tablier, la vitrine culturelle et le nuage. Ces éléments encadrent trois types d'activités : les activités de marché, les événements culturels et l'identité culturelle de Boucherville.

Le tablier métallique de 77 m de long se déploie en une structure légère et lisse couvrant partiellement cette place linéaire et surplombant six kiosques accueillant les maraîchers. Le tablier métallique est ancré au sol à une extrémité par un volume monolithique. Ce volume abrite les espaces techniques et intègre une vitrine culturelle. Le recouvrement de cèdre des kiosques et du volume présente une surface lisse n'offrant aucune aspérité, camouflant les portes et les fixations derrière le lattis.

À l'autre extrémité, « flottant » à 4 m du sol, se trouve un volume de forme organique : le « nuage », qui agit comme contrepoids dans l'ensemble de la composition du marché. Retenu en « captivité » par des colonnes du tablier, le nuage marque l'emplacement propice pour la tenue, tout au long de l'année, d'activités spéciales. Le nuage est revêtu de lattes de cèdre rouge ponctuées de faisceaux lumineux. Les courbes du bois permettent ainsi de donner au marché une ambiance festive.



Photo : Sylvie Perrault



Photo: Alexandre Guérin

Marché public de Lévis

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Lévis

Région:

Chaudière-Appalaches

Usage(s) du bâtiment:

E

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

195 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2014

Budget:

175 000 \$

Coût des éléments en bois:

42 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

STGM Architectes

Ingénieur(s) en structure:

Charpentes Montmorency

Entrepreneur général:

Charpentes Montmorency

Fournisseur(s) de produits:

Charpentes Montmorency

Le Marché public de Lévis, implanté en prolongement du rez-de-chaussée de l'immeuble Miscéo, devait s'intégrer à l'architecture existante du bâtiment tout en ayant sa propre identité. Le projet s'est développé en un espace semi-extérieur protégé en toiture par une toile translucide et cinq auvents rétractables qui permettent une ouverture généreuse sur le ciel. Le projet s'ouvre également sur la voie publique grâce à ses trois grandes portes de garage. À l'extérieur, le projet se marie parfaitement à son voisin avec ses panneaux-écrans en aluminium et son abondante fenestration. Une fois à l'intérieur, le visiteur découvre un lumineux espace rythmé par une charpente en bois rappelant l'architecture des territoires ruraux.

La structure se compose de poutres, de colonnes et de fermes en bois lamellé-collé. Des assemblages à tenons et mortaises avec chevilles de bois ont été utilisés pour les connexions faiblement sollicités tandis que des goujons avec plaques d'acier dissimulées ont été utilisés pour les autres assemblages. Pour mieux l'intégrer au bâtiment existant, la structure de bois périphérique a été teinte en noir. Quant aux autres éléments structuraux en bois à l'intérieur, ceux-ci sont de couleur naturelle. La structure en lamellé-collé était de mise pour ce projet, d'abord pour son esthétique et sa robustesse, mais également en raison des délais de fabrication. Le préassemblage des fermes en usine a permis l'érection de la charpente principale en moins de deux jours.



Photo: Alexandre Guérin



Photo: Alexandre Guérin



Photo: Philippe Brun

Centre de transfert des matières résiduelles de la Vallée-de-la-Gatineau

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Maniwaki

Région:

Outaouais

Usage(s) du bâtiment:

F2

Type(s) de structure:



Revêtement extérieur en bois

Superficie du bâtiment:

557 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2011

Budget:

2,1 M\$

Coût des éléments en bois:

Structure: 100 000 \$

Revêtement extérieur: 95 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Robert Ledoux architecte

Ingénieur(s) en structure:

Génivar (maintenant WSP Canada)

Entrepreneur général:

Les Entreprises MA-MI

Fournisseur(s) de produits:

BMR (structure)

Maibec (revêtement extérieur)

Le Centre de transfert des matières résiduelles de la Vallée-de-la-Gatineau permet de réaliser des économies et d'améliorer les exportations hors MRC des matières résiduelles. Par la mise en commun des volumes à transporter vers les sites de recyclage et d'élimination, les coûts de transport ont été réduits de 20 % conjointement à une réduction de 33 % des émissions de gaz à effet de serre.

La construction d'un écocentre de type rural sur le même site fournit un lieu de récupération de tous les types de matières résiduelles, notamment ceux qui n'étaient pas antérieurement pris en charge et qui risquaient donc d'être disposés de façon inappropriée. L'écocentre dessert autant les citoyens que les entreprises.

La MRC La Vallée-de-la-Gatineau, dont l'économie dépend de l'industrie forestière, a décidé d'appuyer les industries locales en priorisant le matériau bois dans la construction des bâtiments de transfert et d'accueil. Ces derniers servent ainsi d'exemple concret de l'utilisation du bois dans les constructions industrielles ou publiques.

La structure du bâtiment en ossature légère en bois, composée notamment de fermes de toit, permet d'atteindre la portée libre et la hauteur de plafond nécessaire au transport et à l'entreposage des matières tout en gardant le poids de celles-ci très faible en comparaison avec une structure en acier. Ce type de construction est également très économique, un avantage considérable pour les municipalités désireuses de construire en bois.



Photo: Philippe Brun



Photo : BMD architectes

Terminal de collecte de la Cité Verte

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Québec

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

F2

Type(s) de structure:



Fermes de toit et poutrelles de plancher

Superficie du bâtiment:

272 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2013

Budget:

2,4 M\$

Coût des éléments en bois:

132 300 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

BMD architectes

Ingénieur(s) en structure:

Douglas Consultants

Entrepreneur général:

Construction Dinamo

Fournisseur(s) de produits:

Goodfellow (poutres et colonnes en BLC)
Toiture Mauricienne (fermes de toit et poutrelles de plancher)

Important développement immobilier d'usages mixtes, la Cité verte se démarque principalement par la densité de construction (en développement), la variété de typologies d'habitations, la chaufferie urbaine à la biomasse, la gestion des eaux et le tri des matières résiduelles à la source. Le Terminal, premier du genre au Québec, est une infrastructure municipale contenant les équipements nécessaires au fonctionnement du système d'aspiration des matières résiduelles par voie souterraine (système « ENVAC »), à son stockage et au transbordement sur camion.

Les concepteurs se sont donné comme mission d'utiliser au maximum le matériau bois, pratique non-courante dans les constructions industrielles, dans l'intention de réduire l'empreinte environnementale du bâtiment et les coûts de construction. Ainsi, l'imposante structure de type poteaux-poutres en bois lamellé-collé supporte la toiture en fermes légères et le pont roulant de 20 tonnes; une innovation dans le domaine. Cet exploit a été rendu possible par l'utilisation d'imposantes colonnes en bois lamellé-collé, mais aussi par la réalisation d'un diaphragme composé de poutrelles de toit ajourées comprises entre deux panneaux de contreplaqué qui transfère les efforts horizontaux vers les contreventements en acier disposés au périmètre.

Les différents matériaux de structure sont utilisés selon leurs forces: le béton pour les fondations, l'acier pour les connecteurs, les contreventements et pour le pont roulant et finalement, le bois pour la structure poteaux-poutres en bois lamellé-collé et pour les fermes de toit légères. L'utilisation des fermes légères a notamment permis de réduire les coûts de construction par rapport à l'utilisation de poutres et d'un pontage en bois lamellé-collé ou de fermes en acier. Les revêtements extérieur et intérieur, les ossatures des murs et cloisons non porteuses et la structure de la section hors terre sont aussi entièrement en bois.



Photo : BMD architectes



Photo : BMD architectes



Photo: Ville de Dolbeau-Mistassini

Caserne 1

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Dolbeau-Mistassini

Région:

Saguenay-Lac-Saint-Jean

Usage(s) du bâtiment:

Partie garage: F3

Aire de vie: D

Type(s) de structure:



Superficie du bâtiment:

923 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2017

Budget:

-

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Planitech Groupe-conseil

Ingénieur(s) en structure:

Unigec expert-conseil

Entrepreneur général:

Les constructions Technipro

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

La construction de cette caserne de pompier aura permis à la ville de Dolbeau-Mistassini de réduire de 3 à 2 le nombre de ses casernes en plus de doter la ville d'un centre multifonctionnel. Il regroupe à la fois les activités de la caserne, des salles de formations ainsi que les bureaux administratifs du Service de sécurité incendie. Le bâtiment a été conçu afin de servir de centre de mesure d'urgence municipal et respecte les normes antisismiques.

Ville centre du plus grand parterre forestier du Québec, Dolbeau-Mistassini a choisi d'imposer une structure en bois dans son devis de construction. Il s'agissait d'une prise de position forte en faveur de l'utilisation du bois dans la construction publique, particulièrement pour une caserne de pompier et un centre de mesure d'urgence. De plus, le choix d'une structure de bois apparente confère au bâtiment un cachet très intéressant pour ce type d'ouvrage.



Photo: Ville de Dolbeau-Mistassini



Photo: Adrien Williams

Caserne 34

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Longueuil

Région:

Montérégie

Usage(s) du bâtiment:

Partie garage: F3

Aire de vie: D

Type(s) de structure:



Ossature légère en acier

Superficie du bâtiment:

1 122 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2015

Budget:

4,71 M\$

Coût des éléments en bois:

399 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Vincent Leclerc + Associés

Ingénieur(s) en structure:

Groupe SM

Entrepreneur général:

Unigertec

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures (poutres et colonnes en BLC)

Kéfor Structures (ossature légère en bois)

La Caserne 34 est l'une des trois plus récentes casernes de la Ville de Longueuil. Le bâtiment de 1 122 m² sur un étage est divisé en trois zones distinctes: l'aire de vie, qui comprend des espaces de bureaux, une salle de repos, des vestiaires, une salle de formation, un salon et une cuisine; le garage, où sont entreposés les camions-échelles; ainsi que la baie technique, qui regroupe l'espace de rangement pour les habits de combat, une buanderie, un atelier, une salle à déchet, un dépôt et une aire d'entraînement. Cette caserne est l'une des premières au Québec à être conçue presque entièrement en bois.

Dès le départ, la Ville de Longueuil avait manifesté son souhait de privilégier une structure en bois, notamment pour des raisons environnementales. Au final, trois systèmes structuraux, dont deux en bois, ont été utilisés pour ce bâtiment, permettant d'utiliser le bon matériau au bon endroit selon les avantages de chacun. Ainsi, une structure jumelant des poutres et colonnes en bois lamellé-collé et un toit en panneaux de bois lamellé-croisé (CLT) a été utilisée pour le garage afin de permettre de grandes portées. Cette section comprend trois longues allées pouvant contenir six camions-échelles. Le secteur administratif, quant à lui, est conçu avec une structure à ossature légère en bois, permettant une construction simple et efficace. Une structure d'acier a été utilisée pour la tour à boyau ainsi qu'au-dessus des portes de garage.

Le coût total de la construction s'élève à un peu plus de 4 M\$ avant taxes et contingences, ce qui est nettement inférieur au budget prévu pour le projet. Le coût des éléments structuraux en bois, installation incluse, représente un peu moins de 8% du coût final du projet.



Photo: Adrien Williams



Photo: Adrien Williams



Photo : Marc Cramer

Place des Canotiers

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Québec

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

Usage principal: F3

Usage secondaire: E

Type(s) de structure:

Structure mixte bois-acier-béton

Superficie du bâtiment:

3500 m²

Nombre d'étage(s):

4

Année de construction:

2017

Budget:

16 M\$

Coût des éléments en bois:

660 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Daoust Lestage
ABCP architecture

Ingénieur(s) en structure:

Tetra Tech

Entrepreneur général:

Pomerleau

Fournisseur(s) de produits:

Bois Hamel

L'objectif du projet visait la transformation et le réaménagement d'un stationnement de surface en place publique significative au pied du Vieux-Québec. L'intégration d'un stationnement étagé, les relations visuelles avec la place, la ville et le fleuve et la minimisation de l'emprise au sol du bâtiment au profit de l'espace public ont constitué les bases du projet.

Le mur Artéfact, qui accueille une coursive-escalier en résille de bois reliant les différents niveaux du stationnement et menant à un belvédère perché sur le toit, met en scène un revêtement de cèdre dont la tectonique est inspirée du flan des quais de l'époque britannique. Des balcons aux différents paliers ponctuent ce parcours dynamique. Le revêtement en bois participe non seulement à l'esthétique contemporaine et chaleureuse du projet, mais constitue un rappel évocateur de l'histoire du lieu, qui était autrefois un chantier naval.

La mixité acier-bois permet un assemblage mécanique simple, efficace, solide et démontable en plus de mettre le bois à l'honneur par la mince proportion des éléments utilisés et la finesse des assemblages. La réalisation de l'ouvrage mixte a été confiée à un seul entrepreneur pour assurer une parfaite cohésion des éléments, un pré montage en atelier et un montage final in situ. Les dormants de bois participent aux efforts de contreventement de la structure métallique et permettent d'éviter la surcharge visuelle d'éléments de charpente dédoublés.



Photo : Daoust Lestage



Photo : Marc Cramer



Photo: ABCP architecture

Passerelle des Trois-Sœurs

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Québec

Région:

Capitale-Nationale

Usage(s) du bâtiment:

A1

Type(s) de structure:



Tablier en CLT

Mât en BLC

Tirants en acier

Superficie du bâtiment:

420 m²

Nombre d'étage(s):

-

Année de construction:

2016

Budget:

2 M\$

Coût des éléments en bois:

404 000 \$

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

ABCP architecture

Ingénieur(s) en structure:

EMS

Entrepreneur général:

Les constructions BSL

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures (BLC et CLT)

Permettant de relier la rue Bourdages dans le secteur Vanier au parc Victoria dans le quartier Saint-Sauveur, la passerelle des Trois-Sœurs s'inscrit dans le projet de renaturalisation des berges de la rivière Saint-Charles. L'utilisation du bois comme structure principale de l'ouvrage a représenté un défi de taille, mais a contribué à l'intégration harmonieuse de la passerelle à son environnement.

De type haubané à pylône unique asymétrique et incliné, la passerelle des Trois-Sœurs se démarque par la nature hybride de ces composantes structurales. Du côté du parc, l'imposant pylône en forme de « A », incliné vers la rivière, se compose de deux poteaux en bois lamellé-collé d'environ 900 mm de diamètre. La forme en « A » permet de créer une sorte de porte d'entrée pour la passerelle. Les poteaux sont réunis et couronnés par une imposante tête d'acier permettant la fixation à la fois des haubans qui soutiennent le tablier et des haubans de retenue.

Une attention très particulière a été portée aux détails afin de protéger les éléments des intempéries. Ainsi, l'ensemble de la structure du tablier est protégé par des membranes d'étanchéité ainsi que par un système de drainage. Le tout est recouvert de lambourdes supportant un pontage de pin gris posé à 45 degrés afin d'éviter les risques pour les cyclistes. Les poutres en retrait de la bordure du tablier et la sous-face en bois lamellé-croisé (CLT) sont ainsi exposées à la vue tout en étant protégées des éléments. Les mâts, seuls éléments de bois exposés, sont protégés à l'aide d'un système à l'uréthane.



Photo: ABCP architecture



Photo: ABCP architecture



Photo : Julien Laroche

Passerelle Ulrich-Chérubin

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Amos

Région:

Abitibi-Témiscamingue

Usage(s) du bâtiment:

-

Type(s) de structure:



Platelage en CLT
Membres d'acier

Superficie du bâtiment:

230 m²

Nombre d'étage(s):

1

Année de construction:

2017

Budget:

1,25 M\$

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

Audet et Knight
Émilie Sirard
Julien Laroche

Ingénieur(s) en structure:

Stantec
WSP Amos

Entrepreneur général:

Audet de Knight

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

La passerelle Ulrich-Chérubin relie les deux rives de la rivière Harricana, à Amos. Cette infrastructure s'intègre dans le programme de promotion d'une ville active et s'inscrit dans une vision d'urbanisme durable, puisqu'elle s'adresse aux piétons et cyclistes. Elle vient ainsi pallier un manque de connectivité entre les deux rives et vient bonifier l'offre d'infrastructure dédiée aux modes de déplacements actifs.

D'une longueur de 100 mètres, la passerelle est implantée sur deux piles en acier. Sur cette structure primaire est déposée la structure en bois lamellé-collé et en bois lamellé-croisé (CLT), qui est, elle, bien plus massive par sa nécessité à couvrir de grandes portées. Cette relation entre la structure en bois massif et la structure légère en acier permet de créer un effet de flottement du bois au-dessus de la rivière. On en vient presque à oublier la structure d'acier, qui se perd dans le paysage.

Deux pergolas se situent au niveau des piles, protégeant des plateformes carrées de six mètres par six mètres. Les toitures couvrant ces dernières se veulent une réinterprétation contemporaine des abris de style « gloriette ». Celles-ci, dont la forme rappelle un oiseau volant au-dessus de l'Harricana, sont composées de panneaux de bois lamellé-croisé (CLT) à deux pentes. Par ses pentes inversées, la toiture permet de maximiser l'apport de lumière au cœur des plateformes en plus de créer un effet de grandeur. Ces deux abris permettent de protéger le passant désirant s'arrêter ou s'asseoir afin d'observer la nature ou les différentes vues proposées depuis le centre de la rivière.



Photo : Mario Germain



Photo : Julien Laroche



Photo : Stéphane Groleau

Pont Mistissini

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Mistissini

Région:

Nord-du-Québec

Usage(s) du bâtiment:

-

Type(s) de structure:

Arches en BLC
Piles en béton

Superficie du bâtiment:

160 m

Nombre d'étage(s):

-

Année de construction:

2014

Budget:

8,6 M\$

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

-

Ingénieur(s) en structure:

Stantec

Entrepreneur général:

-

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

Conçu pour la communauté crie de Mistissini, ce pont de 160 m de long et de 9,5 m de large traverse la passe Uupaachikus, dans le Nord-du-Québec. Compte tenu des enjeux environnementaux, de durabilité et d'approvisionnement en matériaux, les concepteurs ont proposé de réaliser le pont avec une structure en bois lamellé-collé à arches semi-continues, une solution qui s'est également avérée compétitive sur le plan économique.

Le concept du pont en bois de Mistissini comporte plusieurs innovations techniques. Il est divisé en quatre travées de 37, 43, 43 et 37 m. Au-dessus de chaque pilier, une structure en porte-à-faux, composée d'une membrure supérieure horizontale et de contrefiches en arche, permet de réduire la portée intérieure des travées. Les poutres horizontales et les arches ont été intercalées pour faciliter l'assemblage avec les poutres droites qui portent entre ces structures. La configuration de ce système structural a permis de limiter l'ensemble des éléments en bois lamellé-collé à une longueur maximale de 24 m, soit la limite imposée par la production en usine et le transport.

Le partage des portées équilibre les efforts entre les poutres et les arches et limite les flèches du pont. Les dimensions choisies et l'utilisation d'arches permettent également le passage d'hydravions sous le pont. Le bois subissant peu de dilatation thermique, aucun joint d'expansion ne fut nécessaire sur la longueur du pont.

Le tablier est composé de panneaux en bois lamellé-collé. Le chasse-roue et le trottoir du pont, également en bois, sont tous deux recouverts d'un revêtement en acier pour les protéger des intempéries et des équipements de déneigement.



Photo : Stéphane Groleau



Photo : Stéphane Groleau



Photo : Foresterie Nordic

Ponts forestiers (Baie-James)

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Municipalité:

Baie-James

Région:

Nord-du-Québec

Usage(s) du bâtiment:

Ponts pour VTT, vélos, etc.

Type(s) de structure:

Pont

Superficie du bâtiment:

12 mètres

Nombre d'étage(s):

-

Année de construction:

2016

Budget:

-

Coût des éléments en bois:

-

ÉQUIPE DE PROJET

Architecte(s):

-

Ingénieur(s) en structure:

Nordic Structures

Entrepreneur général:

Construction du Bassin

Fournisseur(s) de produits:

Nordic Structures

Situé dans la région de la Baie-James, ce pont est un exemple parmi tant d'autres de ponts forestiers en bois qu'on retrouve un peu partout au Québec. Ces petits ponts remplacent les traditionnels ponceaux (tuyaux de métal ou de plastique recouverts d'un remblai de terre).

Selon le guide L'aménagement des ponts et ponceaux dans le milieu forestier publié par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), de nombreux facteurs sont à prendre en compte lors de l'implantation d'un pont forestier. La conservation des écosystèmes doit être prise en considération (circulation des espèces de poisson, le maintien du débit d'eau, la conservation des écosystèmes riverains, la navigation des embarcations sous le pont s'il y a lieu, etc.). Les ponts en bois permettent d'attendre ces critères plus efficacement que les ponceaux. Le faible poids des éléments en bois facilite le transport et l'installation nécessite moins de machinerie, un avantage concurrentiel, surtout dans un contexte où le site est difficile d'accès. Les petits ponts de bois sont également moins susceptibles d'être obstrués par les barrages de castors. Le pont présenté ici a une durée de vie estimée de 25 ans, ce qui est largement suffisant compte tenu de son utilisation.

Un autre avantage des ponts en bois est leur versatilité. En effet, ceux-ci peuvent être conçus différemment pour porter des charges plus ou moins importantes de sorte à pouvoir accommoder l'industrie minière et l'industrie récréative, par exemple. Les ponts forestiers en bois représentent donc une solution de rechange innovante réellement viable pour les municipalités désireuses d'étendre leur réseau routier, et ce, à des fins commerciales ou récréatives.



Photo : Foresterie Nordic



Photo : Foresterie Nordic

13 Références

- [1] Fédération des municipalités du Québec (2017). *S'engager pour développer les économies de la forêt*, Québec, Canada, 1 p.
- [2] Ministère des forêts, de la faune et des Parcs (2017). *Charte du bois*, Québec, Canada, 8 p.
- [3] Ressources naturelles Canada (2017). Programme de construction verte en bois (CVBois), disponible sur : www.rncan.gc.ca/forets/programmes-federaux/cvbois/20047 (consulté le 4 décembre 2018).
- [4] Lois et règlements du Québec (2018). *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier*, Éditeur officiel du Québec, Québec, Canada, 86 p.
- [5] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. GIEC, Genève, Suisse, 151 p.
- [6] Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (2015) *Accord de Paris*, Nations Unies, Paris, France, 28 p.
- [7] Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (2018). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, 40 p.
- [8] Bureau du forestier en chef (2017). *Prévisibilité, stabilité et augmentation des possibilités forestières. Avis du Forestier en chef*, Gouvernement du Québec, Roberval, Québec, 46 p.
- [9] Écohabitation (2017). LEED® V4 *Pour les habitations, informations techniques*, disponible sur : www.ecohabitation.com/leed/informations-techniques (consulté le 4 décembre 2018)
- [10] Conseil du bâtiment durable du Canada (2018). *Le bâtiment durable au Québec et au Canada : une industrie en plein essor*, disponible sur www.batimentdurable.ca/le-batiment-durable-au-quebec-et-au-canada-une-industrie-en-plein-essor-1 (consulté le 28 janvier 2019)
- [11] Cecobois (2016). *Siège social de STGM architectes – un bâtiment innovant à ossature légère en bois*, Québec, Canada, 8 p.
- [12] Cecobois (2015). *L'ossature légère : une solution efficace et économique*, *Journal construire en bois*, Québec, Canada, 16 p.
- [13] Cecobois (2012). *Systèmes préfabriqués à ossature légère en bois pour bâtiments commerciaux : Les cas d'Ultramar et de Tim Horton*, Québec, Canada, 8 p.
- [14] Cecobois (2018). *Nature intérieure : spécial biophilie*, *Journal construire en bois*, Québec, Canada, 20 p.
- [15] G.C. Gosselin (1987). *Protection des structures contre le feu - Méthodes de prédiction. Regard 87 sur la science du bâtiment*, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Canada.
- [16] Garis L. et Clare J. (2012) *Evaluating Stakeholder Concerns with Wood Frame Buildings and Fire Risk*, University of the Fraser Valley, Abbotsford, Canada, 25 p.
- [17] Cecobois (2014). *La Maison Mazda à Saint-Félicien – une construction efficace et économique tout en bois*, Québec, Canada, 8 p.
- [18] Cecobois (2018). *Origine – écocondos de la pointe-aux-lièvres*, Québec, Canada, 36 p.
- [19] Cecobois (2015). *Centre multifonctionnel de Saint-Éphrem-de-Beauce – Une construction tout en bois alliant beauté et économie*, Québec, Canada, 8 p.
- [20] Cecobois (2017). *Caserne 34 à Longueuil – Une structure en bois performante et sécuritaire pour les pompiers*, Québec, Canada, 8 p.
- [21] Cecobois (2018). *Guide des meilleures pratiques d'installation du revêtement extérieur en bois massif*, Québec, Canada, 28 p.

- [22] Cecobois (2012). *Guide de bonnes pratiques pour la construction commerciale en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie (2^e édition)*, Québec, Canada, 40 p.
- [23] Cecobois (2013). *Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois*, Québec, Canada, 72 p.
- [24] Cecobois (2016). *Guide technique sur la conception de bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois*, Québec, Canada, 112 p.
- [25] Cecobois (2015). *Guide technique sur la conception de poutres et colonnes en gros bois*, Québec, Canada, 80 p.
- [26] Cecobois (2015). *Guide de conception des assemblages pour les charpentes en bois*, Québec, Canada, 108 p.
- [27] Conseil national de recherches du Canada (2015). *Code de construction du Québec, Chapitre I - Bâtiment, et Code national du bâtiment - Canada 2010 (modifié)*, Ottawa, Canada, 1239 p.
- [28] Conseil canadien des normes (2018). *CAN/ULC-S102:2018 – Standard method of test for surface burning characteristics of building materials and assemblies*, Ottawa, Canada.
- [29] Acoustitech (2018). *Démystifier l'acoustique du bâtiment*, St-Lambert-de-Lauzon, Canada, 20 p.
- [30] Landry, V. (2017). *SBO-3000 Adhésif pour le bois I*, Québec, Canada.
- [31] Lois et règlements du Québec (2018). *Loi sur le bâtiment*, Éditeur officiel du Québec, Québec, Canada, 82 p.
- [32] Association canadienne de normalisation (2014). *CSA O86-F14 – Règles de calcul des charpentes en bois*, Ottawa, Canada, 296 p.
- [33] Association canadienne de normalisation (2005). *CSA O141-F05 (R2014) – Bois débité de résineux*, Ottawa, Canada, 78 p.
- [34] Commission nationale de classification des sciages (2017). *NLGA – Règles de classification pour le bois d'œuvre canadien*, Vancouver, Canada, 282 p.
- [35] Association canadienne de normalisation (2014). *CSA O121-F17 – Contreplaqué en Sapin de Douglas*, Ottawa, Canada, 38 p.
- [36] Association canadienne de normalisation (2013). *CSA O153-F13 (R2017) – Contreplaqué en peuplier*, Ottawa, Canada, 46 p.
- [37] Association canadienne de normalisation (2017). *CSA O151-F17 – Contreplaqué en bois de résineux canadien*, Ottawa, Canada, 38 p.
- [38] Association canadienne de normalisation (1993). *CSA O437 Serie-93 (R2011) – Normes relatives aux panneaux de particules orientées et aux panneaux de grandes particules*, Ottawa, Canada, 88 p.
- [39] Association canadienne de normalisation (2016). *CSA O325-F16 – Revêtements intermédiaires de construction*, Ottawa, Canada, 79 p.
- [40] Association canadienne de normalisation (2010). *CSA O112.9-10 (R2014) – Evaluation of adhesives for structural wood products (exterior exposure)*, Ottawa, Canada, 66 p.
- [41] Association canadienne de normalisation (2016). *CSA O122-F16 – Bois de charpente lamellé-collé*, Ottawa, Canada, 60 p.
- [42] Association canadienne de normalisation (2006). *CSA O177-F06 (R2015) – Règles de qualification des fabricants d'éléments de charpente lamellés-collés*, Ottawa, Canada, 70 p.
- [43] APA – The engineered Wood Association (2012). *ANSI/APA PRG 320-2012 – Standard for performance-rated cross-laminated timber*, Tacoma, États-Unis, 29 p.



Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal Bibliothèque nationale du Canada

Février 2019

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

www.cecobois.com