

Construction de bâtiments en bois massif industriels à grande surface

Francis Moisan, ing. – Président
Charpentes Montmorency inc.



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme
de vitrine technologique pour les bâtiments et les
solutions innovantes en bois

2020-02-28

Francis Moisan, ing.

Auteur

Marilyn Potvin, ing.

Réviseur

Avis de non responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que le Fonds vert ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude.....	1
2. Introduction.....	1
2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	1
2.2 Description du projet de construction.....	1
2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante.....	2
2.2.2 Échéancier global et durée.....	2
2.2.3 Budget global	3
2.2.4 Partenaires.....	3
2.2.5 Défis et risques généraux.....	3
3. Détails de l'étude.....	3
3.1 Introduction et hypothèses de départ.....	3
3.2 Objectifs.....	4
3.3 Méthodologie	4
3.4 Résultats et analyse.....	5
3.5 Conclusions	5
3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	6
3.7 Recommandations.....	6
4. Bibliographie.....	6

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

L'objectif du projet était de réaliser un bâtiment industriel en bois massif de grande dimension économique, innovateur et dans des délais relativement courts pour la relocalisation des opérations de Charpentes Montmorency.

En réalisant ce premier bâtiment de référence, le but était de développer un savoir-faire technique afin de commercialiser une solution réelle de remplacement aux bâtiments à grande surface en acier pour diverses utilisations : Gymnase, commerce, bâtiment municipal, caserne incendie, entrepôt, hangar d'avion, piscine, etc.

Pour y arriver, des solutions innovantes furent mises de l'avant :

- Optimisation complète de la structure du bâtiment de la fondation jusqu'au toit
- Optimisation de l'enveloppe du bâtiment et intégration de matériaux favorisant l'apport en lumière naturelle
- Développement d'un système structural de toiture en bois massif lamellé-cloué (NLT)
- Intégration du pont roulant à même la structure de bois du bâtiment
- Récupération des rebuts d'usinage pour le chauffage du nouveau bâtiment

2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Construction d'un bâtiment industriel en bois massif à grande surface dans le parc industriel no.2 à Saint-Raymond.

2.2 Description du projet de construction

Charpentes Montmorency est une entreprise spécialisée en conception, fabrication et installation de structures en bois massif et en bois d'ingénierie. Depuis 2007, les opérations étaient situées dans un entrepôt d'une compagnie forestière à Saint-Raymond. Avec l'accroissement du marché des structures de bois, le bâtiment loué n'était plus adapté pour répondre aux besoins opérationnels de l'entreprise. La sécurité des employés y était compromise. La rétention des employés et l'attraction de nouveaux talents étaient un défi avec le bâtiment vieillissant.

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Le bâtiment a été conçu par Charpentes Montmorency (CM) et Cargo Architecture (CA). La fabrication de la structure de bois lamellé-collé et du système de toiture en NLT a été réalisée dans l'ancienne usine de CM. L'installation de la structure de bois lamellé-collé a été effectuée par CM et l'ensemble de la construction a été géré par Construction Côté et fils.

Dès le départ, la volonté de CM et de CA était de réaliser un bâtiment phare à haute valeur écologique et humaine, pouvant être répété dans le futur pour le remplacement de bâtiments en acier à grande surface.

Le bâtiment de 18,3m par 65,9m (1205m²) utilise des panneaux composés de bois de sciage de 2x3 et 2x4 assemblés à l'aide de clous (NLT) et une structure principale en lamellé-collé. Les colonnes et poutres sont doubles afin d'être optimales et pour faciliter l'installation. L'intégration du pont roulant s'est fait à même la structure de bois.

L'enveloppe du bâtiment est faite de panneaux architecturaux isolants et de panneaux en polycarbonate translucide pour l'apport de lumière naturelle.

Le chauffage du bâtiment se fait à l'aide d'une chaudière à biomasse extérieure qui alimente le système de plancher radiant de l'usine.

2.2.2 Échéancier global et durée

- Conception préliminaire et prototype du NLT: Janvier à mai 2018
- Appel d'offre pour l'entrepreneur général et l'architecte : Juin 2018
- Conception détaillée des systèmes en bois et du bâtiment : Juin à août 2018
- Plans finaux d'architecture : Juillet à octobre 2018
- Fabrication en usine des systèmes en bois : Octobre 2018
- Construction de l'usine :
 - Excavation, fondation et remblai : 1 octobre au 16 novembre 2018 (1.5 mois)
 - Montage de la structure de bois et étanchéisation temporaire: 19 au 30 novembre 2018 : 10 jours
 - Enveloppe en panneaux isolants : 3 jours
 - Enveloppe en polycarbonate : 5 jours
 - Déménagement des équipements : 11 mars 2019
 - Déménagement des employés : 31 mars 2019

2.2.3 Budget global

Le budget global du projet est de 1 450 000\$ incluant le pont roulant, la chaudière au bois, les bureaux et l'aménagement extérieur.

La structure en bois du bâtiment revient à 26\$/pi² et l'ensemble du bâtiment à 90\$/pi² en excluant les équipements, les bureaux et l'aménagement extérieur.

2.2.4 Partenaires

Le partenaire principal est la Corporation de développement de Saint-Raymond (CDSR) pour l'apport financier en cours de construction. Chantiers Chibougamau a fourni le lamellé-collé et Scierie Dion de St-Raymond a fourni le bois de sciage.

2.2.5 Défis et risques généraux

Des prototypes de NLT en panneaux de 1.2m x 3.7m ont été réalisés à l'hiver 2018. Des panneaux mesurant 3.7m x 9.1m ont ensuite été mis au point pour la construction de l'usine. Les méthodes de fabrication et de levage des panneaux et d'installation en chantier n'étaient pas connues. Tout a été mis en œuvre au fur et à mesure. Le risque était de se tromper sur le temps de fabrication, de briser des panneaux, ce qui aurait entraîné des pertes financières, des délais dans la livraison du bâtiment et par conséquent des retards dans la livraison des projets pour les clients de Charpentes Montmorency.

Le nouveau bâtiment se devait d'être prêt à l'hiver ou très tôt au printemps 2019 afin d'avoir le temps nécessaire de déménager l'équipe et de réinstaller les équipements pour rencontrer les échéanciers de livraison pour les clients. L'ancien bâtiment n'était plus disponible à partir du 1^{er} avril 2019. De plus, le budget de construction provenant de la CDSR ne pouvait être augmenté en cours de projet.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

La compétitivité des bâtiments en acier est reconnue pour les bâtiments à grande surface. Il n'est pas rare que le coût des structures en acier soit inférieur à 270\$/m². Hors, le bois massif est rarement utilisé car il n'est pas reconnu pour être une option économique pour ce type d'application.

À titre d'exemple, de 2015 à 2019, les structures de bois massif que Charpentes Montmorency a réalisé au terme d'un processus d'appel d'offres et à partir de plans et devis, se sont terminées entre 400 et 850\$/m². Les bâtiments réalisés comportaient un seul niveau et mesuraient entre 850 et 1500 m².

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'écart important entre le coût des structures d'acier et les structures en bois massif :

- Meilleure connaissance des structures d'acier par les professionnels qui se traduit par une plus grande optimisation de celles-ci ou une meilleure gestion du risque
- Concepts architecturaux plus « osés » lorsqu'il s'agit de structures de bois massif
- Produits d'acier tels que poutrelles, fermes et tablier métallique standardisés et fortement optimisés
- Grande standardisation et répétabilité des détails d'assemblage pour les structures d'acier comparativement aux structures de bois massif
- Plusieurs fabricants d'acier et encore peu de fabricants de bois
- Plus grand degré de finition apporté aux structures de bois

3.2 Objectifs

Pour la construction de l'usine, le but était de s'approcher ou d'être inférieur au coût d'une construction en acier pour ultimement répéter le concept de bâtiment pour d'autres utilisations telles que : Gymnase, commerce, bâtiment municipal, caserne incendie, entrepôt, hangar d'avion, piscine, etc.

D'autres buts étaient également visés :

- Créer un lieu confortable et vivant pour le bien-être des travailleurs
- Rétention des employés et attraction de nouveaux talents
- Réaliser une vitrine permettant de faire la promotion de la solution innovante afin de répéter le bâtiment dans le futur
- Bâtiment permettant d'intégrer un pont roulant pour une meilleure productivité et une meilleure sécurité
- Lutter contre les changements climatiques par la séquestration de carbone et la substitution de l'acier par le bois
- Économiser sur les coûts en énergie en utilisant les résidus d'opération pour chauffer le nouveau bâtiment

3.3 Méthodologie

La trame structurale a été pensée pour l'utilisation de matériaux standards à faible coût, c'est-à-dire du bois de sciage conventionnel de 2x3, 2x4 ainsi que des panneaux OSB. Des panneaux de lamellé-cloué (NLT) mesurant 3.7m x 9.1m ont été fabriqués afin d'assurer une installation rapide en chantier.

Des poutres de 18m de portée et des colonnes de lamellé-collé Nordic Lam 24F ont été calculées à leur pleine capacité afin d'en minimiser le volume. Aucune finition n'a été apportée à la structure de bois considérant qu'elle est intérieure et installée sans délai.

Les assemblages ont été simplifiés à des assemblages *bois-bois* par appui. Ceci permet une minimisation de l'acier, du temps d'usinage et d'installation.

Grâce à une répartition uniforme des charges sur la fondation, la semelle et le mur de béton sont optimaux et simples à construire.

3.4 Résultats et analyse

Le but principal était de s'approcher ou d'être inférieur au coût d'une construction en acier pour ultimement répéter le concept de bâtiment pour d'autres utilisations.

La conception a été très optimisée et la construction du bâtiment très rapide grâce à la préfabrication en usine. Au final, la structure de bois du bâtiment a coûté 305\$/m² et l'ensemble du bâtiment à moins de 950\$/m².

Les travailleurs ont du plaisir à venir travailler dans le nouveau bâtiment. Deux employés ont même décidé de reporter leur retraite. La lumière naturelle ainsi que le bois rendent le bâtiment vivant et agréable. Dans cette ambiance de travail et avec le pont roulant, les employés sont beaucoup plus productifs.

Au total, le bâtiment contient 237 m³ de bois, soit 42% en bois massif, 52% en lamellé-collé et 6% en OSB. Au niveau des GES, c'est environ 215 tonnes de CO₂ emmagasinées dans le bâtiment. Il est encore tôt pour connaître les coûts de chauffage annuels, mais assurément ils seront inférieurs à l'ancienne usine

3.5 Conclusion

L'objectif du projet était de réaliser un bâtiment industriel en bois massif de grande dimension économique, innovateur et dans des délais relativement courts pour la relocalisation des opérations de Charpentes Montmorency, ce qui a été fait.

En réalisant ce premier bâtiment de référence, nous avons développé un savoir-faire technique permettant de commercialiser une solution réelle de remplacement aux bâtiments à grande surface en acier.

Pour y arriver, des solutions innovantes suivantes furent mises de l'avant :

- Optimisation complète de la structure du bâtiment de la fondation jusqu'au toit
- Optimisation de l'enveloppe du bâtiment et intégration de matériaux favorisant l'apport en lumière naturelle
- Développement d'un système structural de toiture en bois massif lamellé-cloué (NLT)
- Intégration du pont roulant à même la structure de bois du bâtiment
- Récupération des rebuts d'usinage pour le chauffage du nouveau bâtiment

3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie

La structure du bâtiment est économique et le bâtiment dans son ensemble l'est également, en plus d'avoir plusieurs avantages liés à la biophilie.

Le bâtiment suscite un intérêt marqué. Jusqu'à présent, le bâtiment a été reproduit pour Oïkos Construction en juillet 2019 en version plus courte, soit 18.3m x 33m et un nouveau bâtiment de 29.3 m x 33.5m verra le jour au printemps 2020 pour la Corporation de Développement de Saint-Raymond. Un promoteur immobilier de Québec est également intéressé par le concept pour un projet global de 14 000 m².

Les clients aiment l'idée de construire en bois pour ne pas être captifs des fabricants et installateurs d'acier et pour avoir l'opportunité de construire de façon économique des bâtiments à grande surface qui sont écologiques. La recherche d'originalité et de différenciation est aussi un facteur prépondérant chez les clients.

L'équipe de Cecobois a visité le bâtiment le 30 mai 2019 et une visite de WoodWorks Atlantic fût effectuée le 19 février 2020. Une présentation du bâtiment a également été faite au Salon Solutions Bois le 26 février 2020 au Palais des Congrès de Montréal.

3.7 Recommandations

Une marque de commerce devrait voir le jour sous peu afin de bien faire la promotion de ce type de bâtiment au Québec et hors Québec. Il serait également souhaitable que d'autres types de bois d'ingénierie soient utilisés afin de rendre le concept moins vulnérable aux prix du lamellé-collé.

4. Bibliographie

- http://bdl.oqlf.gouv.qc.ca/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1&Th_id=317&niveau
- http://bdl.oqlf.gouv.qc.ca/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1&Th_id=318&niveau