

Solution en bois massif et ossature légère à bas carbone et haute performance énergétique

Agrandissement d'usine de préfabrication

Préparé par Sophie Abboud, Fab Structures Inc.

fab

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du programme d'innovation en construction bois

15 septembre 2025



Sophie Abboud

Auteur



Marie-Helene Chomienne

Réviseur



Sophie, Abboud

Directrice générale
des opérations

Avis de non responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF), ainsi que le Plan pour une Économie Verte 2030 (PEV) ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1.	Sommaire exécutif et synthèse de l'étude.....	1
2.	Introduction	2
2.1	Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	2
2.2	Description du projet de construction.....	2
2.2.1	Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante.....	2
2.2.2	Échéancier global et durée.....	4
2.2.3	Budget global	5
2.2.4	Partenaires	5
2.2.5	Défis et risques généraux.....	5
3.	Détails de l'étude.....	6
3.1	Introduction et hypothèses de départ.....	6
3.2	Objectifs.....	7
3.3	Méthodologie	7
3.3.1	Conception hybride : bois massif et ossature légère	7
3.3.1.1	Toiture	7
3.3.1.2	Avancées de toit et finitions	8
3.3.1.3	Intégration structure/enveloppe entièrement fini	8
3.3.1.4	Cloisons intérieures et recyclage	10
3.3.1.5	Jonction mur-fondation	10
3.3.2	Exploration des options d'isolation biosourcée	10
3.3.2.1	Isolation en fibre de bois : potentiel et contraintes	10
3.3.2.2	Isolation en chanvre : une solution accessible et durable	11
3.3.2.3	Certification CSA A277	12
	Étapes de certification :	12
3.4	Résultats et analyse	15
3.5	Conclusions	18
3.6	Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	19
3.7	Recommandations.....	20
4.	Bibliographie	21
5.	Annexes	22

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

Le projet d'agrandissement de l'usine de préfabrication de Fab Structures Inc., située à Ripon, au Québec, met en avant une approche de construction hybride innovante combinant du bois massif et une ossature légère. Cette solution vise à réduire l'empreinte carbone des bâtiments industriels tout en améliorant leur performance énergétique.

L'objectif principal de cette étude visait à valider la faisabilité technique et économique d'un modèle de construction hybride industrialisé. Elle cherchait également à démontrer les avantages des matériaux biosourcés, tels que l'isolation en fibres de bois et en laine de chanvre, pour optimiser la performance thermique et minimiser l'impact environnemental. Enfin l'étude cherchait à quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre obtenue grâce à l'utilisation du bois en comparaison avec une structure traditionnelle en acier

Les résultats obtenus montrent une réduction significative des émissions de GES, avec un total estimé à **13 188 kg éq. CO₂** pour le projet en bois, contre **31 580 kg éq. CO₂** pour le scénario de référence en acier, soit une diminution de **58 %**. En plus de cet avantage environnemental, l'utilisation de matériaux isolants biosourcés améliore l'efficacité énergétique du bâtiment, réduisant ainsi les besoins en chauffage et en climatisation. Bien que l'investissement initial soit plus élevé, les économies générées en matière de consommation énergétique et d'entretien permettent de compenser ces coûts sur le long terme.

Cette étude met en évidence le potentiel des constructions hybrides en bois pour l'industrie québécoise. Elle démontre que cette approche constitue une alternative crédible et durable aux structures industrielles en acier et en béton, tout en favorisant la standardisation des pratiques pour une adoption plus large. En contribuant significativement à la transition écologique du secteur de la construction, ce projet ouvre la voie à une utilisation accrue des solutions en bois dans l'environnement industriel.

2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Agrandissement de l'usine de préfabrication de Fab Structures, réalisé au 91 ch Montpellier à Ripon, QC.

2.2 Description du projet de construction

Le projet consiste à construire de nouveaux bureaux pour l'usine de préfabrication de Fab Structures. Depuis l'acquisition de l'usine en 2022, Fab Structures continue d'accroître ses opérations et d'ajouter du personnel à son site. Les nouveaux bureaux, de un étage et d'une superficie d'environ 140 m², seront annexés au bâtiment existant en acier. Ils comprendront une salle à manger équipée d'une cuisine, deux salles de bains, une salle de réunion ainsi qu'un espace de démonstration des produits de systèmes de construction de Fab Structures.

Les objectifs principaux dans la réalisation de ce projet sont les suivants :

- Conceptualiser une structure hybride et innovante : combinaison de bois massif et ossature légère comme solution industriel à une performance plus énergétique
- Utiliser des matériaux à faible émission carbone : augmenter l'utilisation du bois dans un contexte industriel ainsi que des produits d'isolation à base de bois (fibres de bois) et de plantes (chanvre)
- Acquérir la certification CSA A277 pour l'assemblage de murs en ossature légère pour des projets futurs

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Fab Structures se spécialise dans la construction durable, le bois massif et les structures modulaires. Le concept proposé par Spike Architecture vise à mettre en avant l'expertise de Fab Structures à travers la conception même des nouveaux bureaux. L'idée est ainsi de réaliser une toiture apparente en bois massif, des murs intérieurs en bois massif et des murs extérieurs en ossature légère à haute performance énergétique. Le tout complètement préfabriqué.

L'innovation de cette construction se trouve dans l'utilisation d'un système de construction hybride qui offre une structure et une enveloppe complètement en bois dans un contexte « industrielle ». En utilisant une approche hybride soit dans la combinaison du bois massif pour le toit et les murs intérieurs (non-porteurs) ainsi que des murs extérieurs en ossature légère structurelle. Différentes coupes du modèle 3D est visible dans l'annexe 1.

Le système de murs extérieurs proposé est composé d'une ossature de bois légère 2x8, une couche de contreplaqué OSB 7/16, une isolation en laine de chanvre pour les cavités intérieurs et un panneau isolant extérieur en fibre de bois (voir figure 1)

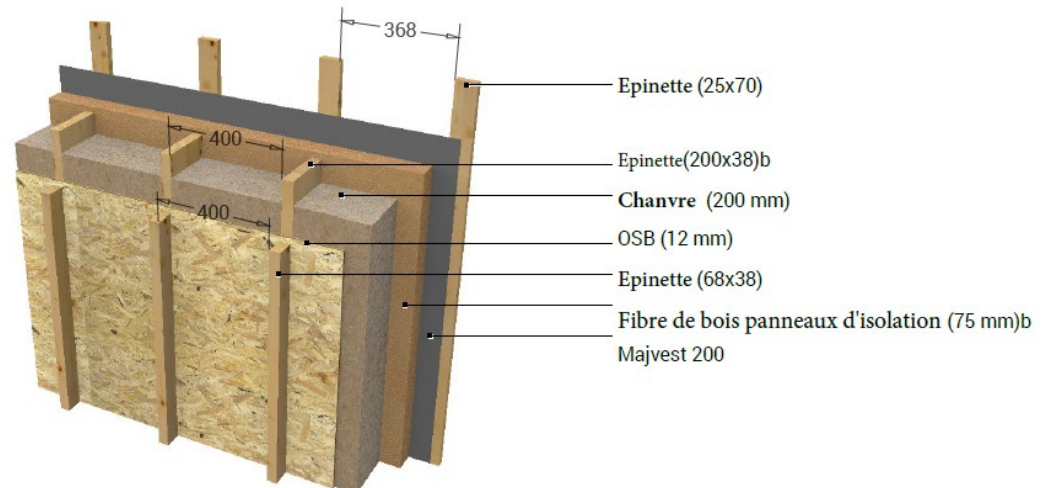


Figure 1: mur 2x8 Fab ossature légère haute performance

Les murs intérieurs proposés sont en bois lamellé-croisé (CLT) et le toit est composé de fermes de toit en bois lamellé-croisé, des panneaux CLT 5 plis et un isolant en panneaux de fibre de bois rigide (voir figure 2). Nous avons voulu explorer l'utilisation d'isolant en panneaux de fibre de bois rigide 200mm (un matériel difficile à retrouver au Canada) pour le toit et de l'isolant en laine de chanvre 200mm pour les cavités intérieures et en panneaux de fibres de bois rigide pour l'isolation extérieure. Plusieurs raisons expliquent l'utilisation de ces deux isolants (clairement listés dans le tableau comparatif d'isolants ci-dessous). Cela étant dit, les raisons principales sont l'impact environnemental très faible, l'inertie thermique, le confort de pose et la régulation de l'humidité.

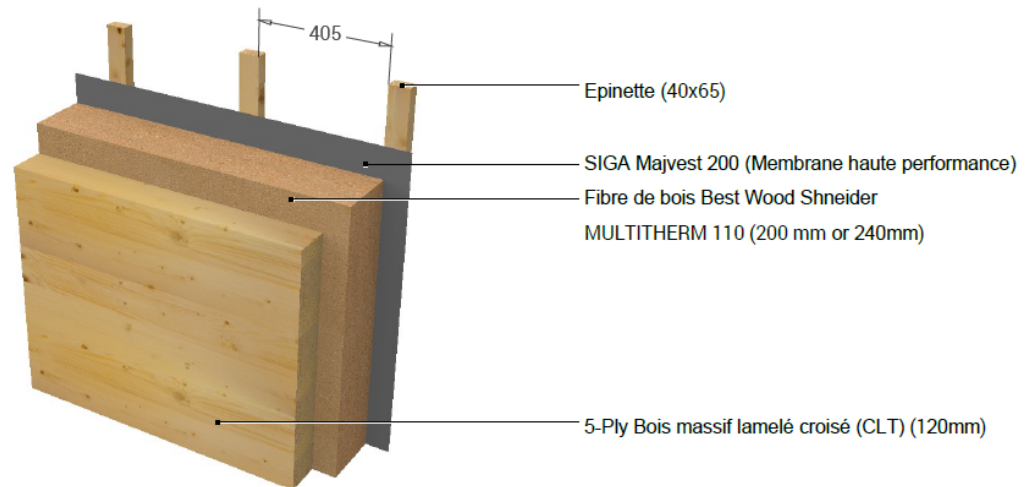


Figure 2: composition toit CLT 5 plie

Comparatif isolants (épaisseur 200mm)

Critère	Fibre de bois rigide (200 mm)	Laine de chanvre (200 mm)	Laine minérale (200 mm)
Conductivité thermique (λ)	0,045 – 0,048 W/m·K	0,038 – 0,045 W/m·K	0,032 – 0,040 W/m·K
Résistance thermique (R)	4,2 – 4,4 m ² ·K/W	4,4 – 5,3 m ² ·K/W	5,0 – 6,25 m ² ·K/W
Capacité thermique (c)	~2100 J/kg·K	~1600 – 1700 J/kg·K	~800 – 1000 J/kg·K
Densité	160 – 270 kg/m ³	30 – 45 kg/m ³	10 – 70 kg/m ³
Déphasage thermique	Très bon	Bon	Moyen à faible
Régulation hygrométrique	Excellente	Très bonne	Faible à nulle
Comportement au feu	Bonne (classé E ou B selon produit)	Moyenne à bonne (traitement)	Très bonne (incombustible)
Impact environnemental	Très faible	Très faible	Moyen à élevé
Énergie grise	Faible	Très faible	Élevée
Confort de pose	Peu irritant	Non irritant	Irritant

2.2.2 Échéancier global et durée

Le tableau ci-dessous décrit les différentes étapes du projet et les échéanciers pour chaque étape. Nous estimons la durée totale du projet à 8 mois.

Phase de conception et budget class D/C	2024-01-17	2024-05-30
Coordination avec professionnels	2024-02-19	2024-07-30
Début de certifications CSA	2024-02-19	2024-07-30
Budget Class A/B et échéancier de construction	2024-02-22	2024-06-15
Finalisation des plans structuraux	2024-02-22	2024-06-30
Finalisation des plans architecturaux	2024-03-01	2024-07-05
Analyse des GES et rédaction du rapport	2024-07-02	2024-12-15
Rédaction des rapports techniques et document de subvention	2024-03-24	2025-03-30

2.2.3 Budget global

Le budget global pour le projet est de 44,051\$

2.2.4 Partenaires

Les partenaires dans la réalisation de ce projet furent la firme architectural Spike et la firme d'ingénieur Aspect.

2.2.5 Défis et risques généraux

Lors de la réalisation de ce projet nous anticipons les défis suivants :

- Retards dans l'obtention des permis en raison de délais liés aux approbations réglementaires vu l'innovation de la construction ainsi que des modifications nécessaires une fois la demande de permis soumise
- Variabilités des coûts des matériaux : Les fluctuations des prix des matériaux de construction peuvent affecter le budget, en particulier les coûts du bois massif, qui peuvent être très élevés et parfois imprévisibles.

- Certification CSA A277 : l'acquisition de certifier l'assemblage en ossature légère afin de pouvoir le préfabriquer vient avec les défis le faire certifier soit le temps et la coordination avec les autorités CSA.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

L'agrandissement de l'usine de préfabrication de Fab Structures représente une réponse proactive aux enjeux contemporains de durabilité dans l'industrie de la construction. Avec une prise de conscience accrue des impacts environnementaux liés aux matériaux de construction, le projet vise à optimiser l'utilisation de ressources renouvelables tout en minimisant les émissions de gaz à effet de serre (GES).

En 2021, le secteur du bâtiment était l'un des principaux contributeurs aux émissions de GES, représentant environ 13 % des émissions totales au Canada¹. Au-delà de la phase de construction ces émissions sont liées à l'énergie consommée par le chauffage, la climatisation et l'électricité. Dans ce contexte, la recherche de solutions innovantes et durables est devenue essentielle. La hausse de l'utilisation du bois dans les multi-étages ne fait qu'augmenter à travers la Canada et représente une solution effective pour combattre la hausse des GES. Cela étant dit, dans le contexte commerciale et industriel, en raison des coûts, l'acier et le béton restent souvent gagnant dans l'équation. Le bois cependant offre un stockage de carbone non négligeable et permet une réduction de perte énergétique soit une facilité de couper dans les coûts d'émissions opérationnels.² Ainsi les hypothèses suivantes ont été formulées pour guider l'étude :

1. Hypothèse de réduction des GES: L'utilisation de matériaux durables, tels que le bois massif et des systèmes hybrides, entraînera une réduction significative des émissions de GES par rapport aux systèmes traditionnels en acier.
2. Hypothèse de Performance Énergétique: Les bâtiments conçus selon les principes de la maison passive affichent des performances énergétiques supérieures, réduisant ainsi les besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation.
3. Hypothèse de coûts : Bien que l'investissement initial dans des matériaux écologiques soit plus élevé, les économies potentielles à long terme, liées à la réduction des coûts énergétiques et d'entretien, compenseront ces coûts initiaux.
4. Hypothèse de rapidité de construction : En conceptualisant le projet pour une construction avec des composantes préfabriquées et en bois massif, une économie de coûts se fera par la rapidité de construction.

La sélection de ces hypothèses s'appuie non seulement sur une revue approfondie de la littérature existante et largement reconnue, mais également sur les douzaines d'années d'expérience pratique de Fab Structures dans le domaine de la construction. Au cours des six dernières années,

¹ Ressources naturelles Canada. (s.d.). Transforming Canada's buildings sector for a net-zero and resilient future. Récupéré de <https://natural-resources.canada.ca>

² Guldemann, C. (2023). High Rise, Low Carbon: Canada's \$40 billion Net Zero Building Challenge.

l'entreprise a mené des activités de recherche et développement sur chacun de ses projets en bois massif, en collaboration avec des acteurs clés tels qu'Éléments 5, Assembly Corp, Aspect Ingénieurs, McCallum Sather, Douglas Cardinal, Kevin Douglas et d'autres partenaires stratégiques. Grâce aux nombreux projets réalisés avec Assembly Corp, nous avons pu approfondir et affiner notre concept de système de construction hybride combinant bois massif et ossature légère. Cette approche vise non seulement à offrir une solution durable, mais également à proposer une alternative abordable, en réponse aux défis liés à la crise du logement.

3.2 Objectifs

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Conceptualiser une structure hybride et innovante : combinaison de bois massif et ossature légère comme solution industrielle à une performance plus énergétique
- Utiliser des matériaux à faible émission carbone : augmenter l'utilisation du bois dans un contexte industriel ainsi que des produits d'isolation à base de bois (fibres de bois) et de plantes (chanvre)
- Acquérir la certification CSA A277 pour l'assemblage de murs en ossature légère pour des projets futurs

3.3 Méthodologie

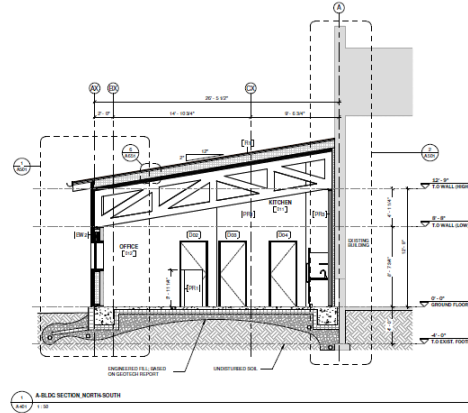
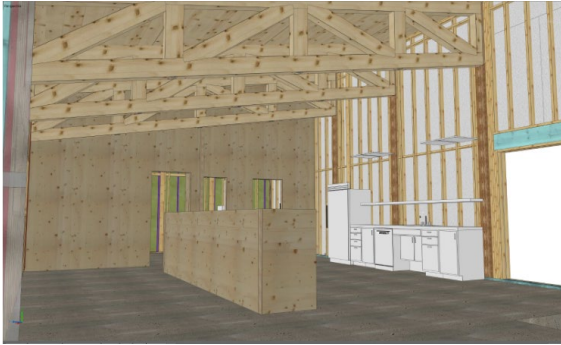
3.3.1 Conception hybride : bois massif et ossature légère

L'approche de conception de l'agrandissement du bureau accolé au bâtiment industriel met en valeur une réinterprétation contemporaine des formes traditionnelles, intégrant des matériaux durables et des techniques de préfabrication.

3.3.1.1 Toiture

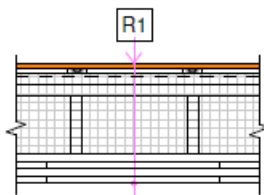
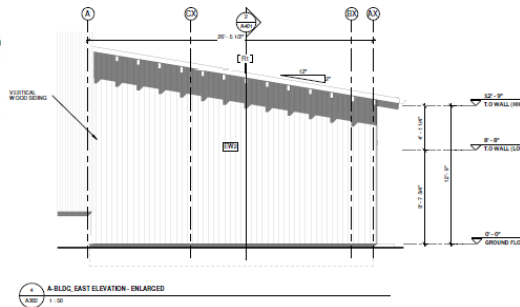
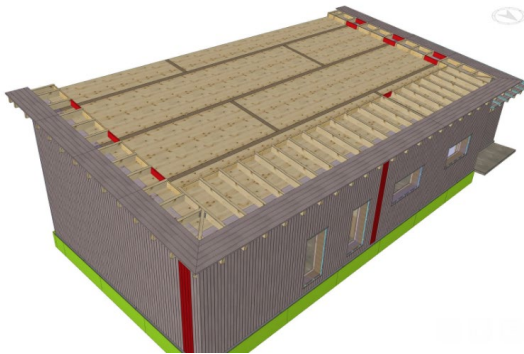
La structure du toit s'inspire des typologies conventionnelles, mais remplace les éléments classiques par du bois massif. Au lieu de fermes en 2x4 avec contreplaqué, la conception utilise des fermes en bois lamellé-collé (glulam) et un platelage en CLT (bois lamellé-croisé). Contrairement aux poutres pleines en glulam typiques, l'utilisation de fermes permet une optimisation des matériaux tout en conservant des performances structurelles élevées.

Ce choix ajoute de la complexité à la préfabrication et à l'assemblage, mais permet d'obtenir une esthétique raffinée avec une structure laissée apparente. Voir coupe architecturale ci-dessous.



3.3.1.2 Avancées de toit et finitions

Dans un système traditionnel, les débords de toit sont prolongés sur chantier et nécessitent l'ajout de soffites. Ici, des poutres en glulam sont prolongées hors du CLT, puis recouvertes d'un lambris de pin pour créer un élément architectural fini dès la préfabrication. Cela réduit le travail de finition sur le chantier.



R1 - CLT ROOF, INSULATED R-46

- STANDING SEAM METAL ROOF
- 1" X 3" STRAPPING ALONG SLOPE @ 400 O.C.
- WATERPROOFING MEMBRANE
- 2 LAYERS, 1 1/2" WOOD FIBERBOARD, SEAMS OFFSET
- 8" WOOD FIBERBOARD INSULATION
- 3/4" PLYWOOD SHEATHING, AT OVERFRAMING MEMBERS
- 8" GLULAM, ON EDGE
- 4" 5 PLY CLT PANEL

Figure 3: Assemblage de toit

3.3.1.3 Intégration structure/enveloppe entièrement fini

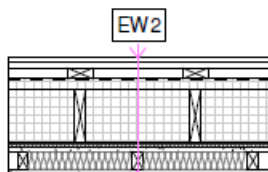
Le concept initial prévoyait un système poteau-poutre en glulam, mais en collaboration avec les ingénieurs, la structure a été rationalisée par l'intégration de l'ossature légère pour porter la toiture

tout en intégrant l'enveloppe performante du bâtiment. De plus, notre enveloppe de bâtiment inclut les fenêtres, encaissement de portes et le revêtement extérieur. Ces derniers éléments permettent d'énorme économie de coûts en chantier grâce au temps et niveau de qualité supérieur acquis dans un environnement contrôlé et protégé des intempéries.

À la différence des projets commerciaux/industriels traditionnels — où la structure et l'enveloppe sont traitées par des sous-traitants distincts — cette méthode intégrée verticalement a permis à l'équipe de concepteurs-constructeurs de réduire les délais tout en optimisant la coordination.

La préfabrication des murs suit les étapes suivantes :

1. Côté intérieur (de l'intérieur vers l'extérieur) :
 - Ossature en bois 2x8
 - OSB 1/2" pour le contreventement
 - Pare-vapeur/air Siga Majrex 200
 - Première couche de gypse 5/8" (résistant au feu)
 - Cavité intérieure (2x3, 2x4)(pose horizontale)
2. Côté extérieur (après retournement du panneau) :
 - Isolation en laine de chanvre
 - Panneau isolant en fibre de bois rigide 1/2"
 - Pare-intempéries SIGA Majvest 200
 - Lattage vertical en 2x4 (écran pare-pluie)
 - Installation fenêtres (à la verticale)
 - Revêtement vertical en cèdre



EW2 - EXTERIOR WALL (NEW CONSTRUCTION) (45 MIN)
 UL DESIGN REFERENCE UL-U314 OR EQUIV.

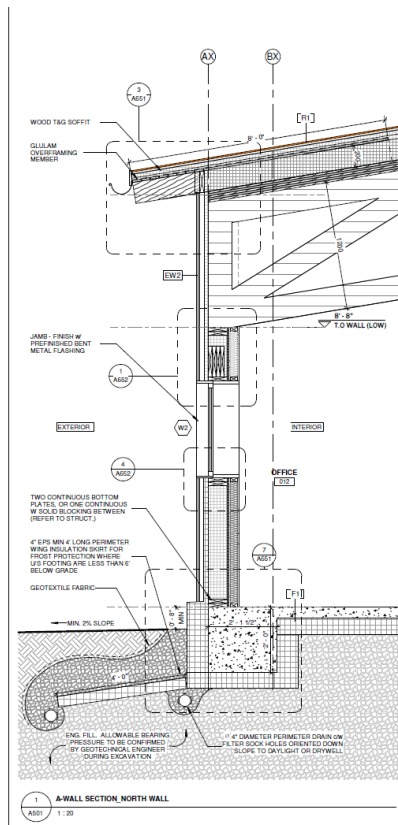
5/8" VERTICAL EXTERIOR CEDAR SIDING
 DOUBLE STRAPPING (PRESSURE TREATED) @ 400 O.C.
 1"X3" HORIZONTAL STRAPPING
 2"X4" VERTICAL VENTILATION CHANNEL
 WATERPROOFING MEMBRANE
 1 1/2" EXTERIOR RIGID WOOD FIBERBOARD INSULATION
 2"X8" VERTICAL STUD WALL @ 16" O.C C/W FLEX 50
 INSULATION
 1/2" OSB SHEATHING, SEAMS TAPED & ROLLED
 5/8" TYPE X GYPSUM WALL BOARD
 2"x3" UTILITY CAVITY
 MINERAL WOOL BATT INSULATION @ HEADERS/BEAMS
 1/2" GYPSUM WALL BOARD

Figure 4: Assemblage de murs

3.3.1.4 Cloisons intérieures et recyclage

Dans un esprit de durabilité, des panneaux de CLT recyclés ou hors format ont été utilisés pour les cloisons intérieures.

3.3.1.5 Jonction mur-fondation



Le détail de jonction entre le mur et la fondation a été conçu avec soin pour garantir la continuité structurelle et l'étanchéité à l'air. Une lisse d'assise est d'abord posée sur la fondation en béton. Le contreventement (OSB) du mur préfabriqué est prolongé vers le bas afin d'arriver à la même épaisseur que la lisse d'assise posée sur site.

Une fois le mur préfabriqué mis en place, le contreplaqué est fixé mécaniquement à la lisse, assurant une continuité structurelle. Pour assurer l'étanchéité à l'air et à l'humidité à cette jonction critique, un joint ou une membrane d'étanchéité est appliqué autour de la base du mur.

3.3.2 Exploration des options d'isolation biosourcée

Dans le cadre de notre engagement envers des pratiques de construction durables et adaptées au contexte local, nous avons mené une recherche approfondie sur les matériaux d'isolation biosourcés. Notre objectif principal était d'identifier une stratégie d'isolation cohérente avec nos valeurs en matière de réduction du carbone incorporé, de circularité des matériaux et de performance élevée de l'enveloppe du bâtiment.

3.3.2.1 Isolation en fibre de bois : potentiel et contraintes

Nous nous sommes d'abord orientés vers l'isolation en fibre de bois par familiarité, sous forme de panneaux rigides et de matelas semi-rigides, car elle offrait l'avantage de pouvoir couvrir l'isolation extérieure et intérieure avec un matériau unique, idéalement fourni par un seul fabricant. Nous

étions également à la recherche d'un fabricant utilisant un procédé de fabrication à sec, qui permet une plus grande flexibilité d'épaisseur pour les matelas — un critère important pour les murs à haute performance thermique. Le procédé à sec a aussi l'avantage d'éviter l'usage intensif d'eau et les temps de séchage prolongés liés au procédé humide.

Cependant, plusieurs contraintes se sont rapidement présentées :

- Au Canada, l'offre en fibre de bois est très limitée. Sonoclimat est l'un des rares fournisseurs locaux, mais il ne propose qu'un panneau rigide au format unique, ce qui limite considérablement la gamme de produits disponible.
- Nous avons identifié Timber HP, basé dans le Maine, comme un fabricant nord-américain prometteur. Malgré leur volonté de collaborer et leur maturité technique, ils ne disposaient pas de la certification CCMC (Centre canadien des matériaux de construction), indispensable pour la vente sur le marché canadien. L'obtention de cette certification représentait un obstacle réglementaire trop important dans le contexte de notre projet.
- Nous avons également étudié la possibilité d'importer des produits en fibre de bois depuis la France, notamment via Soprema. Cependant, les contraintes logistiques, réglementaires et financières (transport, délais, conformité) se sont révélées trop lourdes à gérer dans le cadre de notre échéancier.

Ces défis nous ont amenés à revoir notre stratégie.

3.3.2.2 Isolation en chanvre : une solution accessible et durable

Nous avons finalement opté pour l'isolation en chanvre, produite par Nature Fibres, comme solution la plus adaptée à notre projet. Le chanvre présentait plusieurs avantages majeurs :

- Durabilité agricole : Le chanvre est une culture annuelle à croissance rapide pouvant être récoltée deux à trois fois par an. Son système racinaire profond reste en place après la récolte, ce qui améliore la qualité du sol et permet un stockage durable du carbone.
- Disponibilité locale : Le fabricant Nature Fibres est basé au Québec, ce qui permet une logistique simplifiée, des émissions de transport réduites et une conformité réglementaire assurée.
- Qualité de l'air intérieur : Le chanvre est un matériau non toxique, sans émission de composés volatils, contribuant ainsi à un environnement intérieur sain.
- Régulation de l'humidité : Comme la fibre de bois, le chanvre permet de réguler naturellement l'humidité dans les parois, améliorant le confort hygrothermique.
- Empreinte carbone réduite : Le chanvre agit comme un puits de carbone, absorbant le CO₂ pendant sa croissance, ce qui contribue à réduire le carbone incorporé du bâtiment.

Cela dit, vu que nous avons des panneaux de fibres de bois en stock nous avons opter pour utiliser la fibre de bois pour l'isolation du toit sachant que le chanvre présente également certaines limites par rapport à la fibre de bois :

- Stabilité dimensionnelle : Les matelas de chanvre sont parfois légèrement moins stables dimensionnellement que les panneaux de fibre de bois haute densité, ce qui peut compliquer l'installation dans des cavités très ajustées.
- Performance thermique : Le chanvre affiche une valeur R légèrement inférieure à celle de certains produits en fibre de bois à épaisseur égale, ce qui doit être pris en compte dans les modélisations énergétiques.
- Rigidité mécanique : Les panneaux de fibre de bois peuvent également servir de contreventement ou de support pour l'enveloppe, ce qui n'est pas le cas du chanvre, qui doit être combiné à des matériaux rigides.

En fin de compte, le meilleur compromis entre performance, accessibilité et faisabilité d'approvisionnement nous a conduits à choisir l'isolation en chanvre comme solution biosourcée pour notre projet et des panneaux en fibre de bois déjà en stock pour notre toit.

3.3.2.3 Certification CSA A277

Fab Structures Inc. avait déjà entrepris les démarches de certification pour ses murs en bois massif. Ainsi, bien que le processus ne soit pas nouveau pour l'entreprise, elle reste exigeante et rigoureuse.

La CSA A277 est une norme de certification requise pour les bâtiments et modules préfabriqués au Canada. Elle garantit que le processus de fabrication et les produits finaux respectent les exigences des codes du bâtiment applicables, notamment par le biais d'inspections en usine et de systèmes d'assurance qualité.

Étapes de certification :

1. Définition des objectifs et du périmètre : Rencontre avec l'organisme certificateur (ex. : QAI) pour établir le cadre du projet et les attentes en matière de conformité.
2. Soumission des documents : Transmission des dessins architecturaux, structuraux et des systèmes, ainsi que les spécifications des matériaux et composants.
3. Analyse et échanges : Révision des documents par l'organisme, demandes de précisions ou de corrections, identification des éléments manquants.
4. Tests (si requis) : Certains produits ou assemblages peuvent nécessiter des tests tiers pour valider leur performance.
5. Première inspection en usine : Audit sur place pendant la fabrication pour examiner le contrôle qualité, les bons de commande, les matériaux, l'étiquetage et la conformité aux codes provinciaux (notamment l'Ontario et le Québec dans notre cas).
6. Rapport préliminaire : Rapport émis par l'organisme de certification soulignant les non-conformités à corriger.
7. Deuxième inspection : Réalisée une fois les corrections apportées, cette visite valide le système de production et d'étiquetage.
8. Revue finale : Vérification finale des documents et rapports d'inspection.
9. Approbation et certification : Validation de la conformité et émission officielle de la certification CSA A277.

Une chose importante à noter est que les certifications ne demeurent valides que si elles sont appliquées à des projets actifs et que les frais de certification sont maintenus avec des inspections annuelles.

Délais estimés :

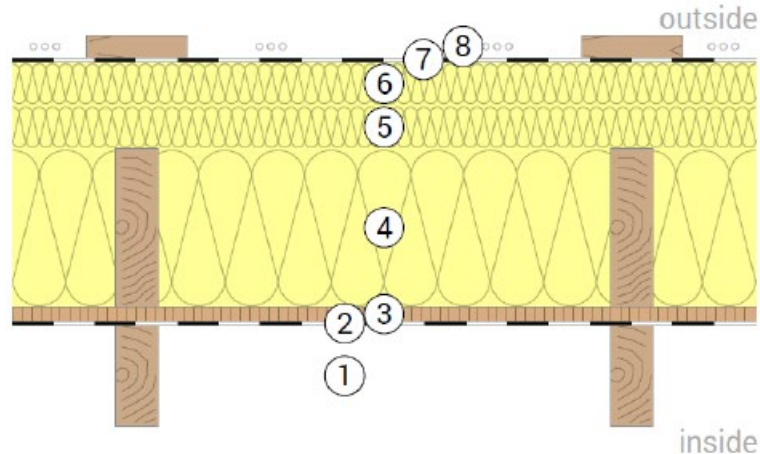
- Généralement entre 3 et 6 mois, selon la préparation des documents, la disponibilité des inspecteurs et les délais de correction.

Coûts estimés :

- Environ 10 000 à 25 000 CAD selon la complexité du projet et les tests nécessaires.
- Des frais annuels de renouvellement sont à prévoir pour les inspections et mises à jour, souvent entre 3 000 et 5 000 CAD par an.

Résultats d'accréditation : (voir Annexe 2)

- **Mur Haute Performance**



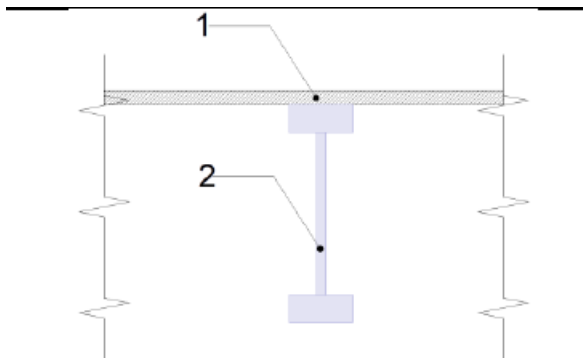
- 1 – Cavité intérieure (2x3, 2x4)
- 2 - Pare air et pare vapeur (Siga Majrex 200)
- 3 – Contreplaqué (OSB 7/16")
- 2 & 3 – Pare air et pare vapeur + contreplaqué comme alternative (BP Enermax Fibre de bois 1/2")
- 4- Ossature en bois (SPF#2 ou mieux, 2x6" ou 2x8"), isolation (laine minéral ou fibre de chanvre)
- 5 & 6- Isolation rigide- Panneaux en fibre de bois (minimum R4)
- 7 – Membrane pare-intempéries (Monolithic membrane transpir rothoblass ou SIGA Majvest 200)
- 8 – Revêtement horizontal ou vertical

Les panneaux structuraux inclus dans cette homologation peuvent comporter des fenêtres, des portes et des puits de lumière conformes à la norme AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440, NAFS

ainsi qu'à la norme CSA A440S1 – Supplément canadien à AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440. La performance énergétique des fenêtres, des portes et des puits de lumière est déterminée conformément à la norme CSA A440.2.

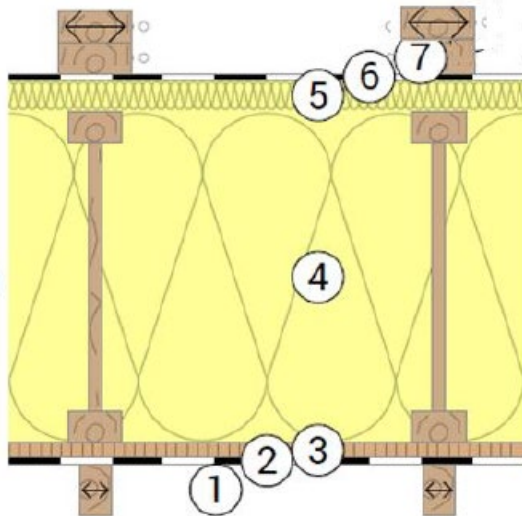
Les cadres en bois structuraux sont scellés à l'aide des rubans SIGA Rissan et SIGA Wigluv. L'étanchéité à l'air entre la structure murale et les fenêtres/portes est assurée à l'intérieur avec le ruban SIGA Fentrim IS 20 et à l'extérieur avec le ruban SIGA Fentrim 230.

- **Plancher**



- 1- Sous plancher (panneau contreplaqué; panneau OSB)
- 2- Structure en bois
 - a. Solive de plancher (SPF min 2x8), Solive en I (min 9.25"), Solive ajourée (min 11.875"), bois d'ingénierie (min 9.5")
 - b. Solive de rive (SPF MIN 2X8), glulam (1.75" x min 9.25"), SCL (min 9.5")

- **Structure de toit**



- 1 – Cavité intérieure (2x3, 2x4, 2x6)
- 2- Pare air et pare vapeur (Siga Majrex 200, Monolithic Membrane Transpir Rothblaas)
- 3 – Contreplaqué (OSB 7/16")
- 4- Ossature en bois (voir annexe 2 pour détail), Isolation (fibre de chanvre, laine minérale)
- 5- Isolation rigide- Panneaux en fibre de bois (minimum R4)

- 6 – Support de couverture (Pro Clima Solitex Mento Plus)
- 7 – Strapping parallel (espace air) 2x4 /Strapping perpendiculaire 2x4

3.4 Résultats et analyse



- Projet réalisé – Agrandissement de l’usine de préfabrication

Les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 13 188 kg éq. CO₂, soit 94 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l’annexe 2.

65 % des émissions de GES du projet sont associées aux matériaux composant les fondations, soit 8 532 kg éq. CO₂. Les fermes de toit en BLC recouvert d’une dalle en CLT sont responsables de 30 % des émissions de GES, soit 4 035 kg éq. CO₂, tandis que la structure des murs extérieurs en OLB est responsable de 5 % des émissions de GES, soit 621 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 57 % sont attribuables au béton des fondations, 24 % sont attribuables au bois de la toiture et des murs extérieurs et 19 % sont attribuables à l’acier des armatures des fondations et des assemblages pour le bois des éléments structuraux (figure 5).

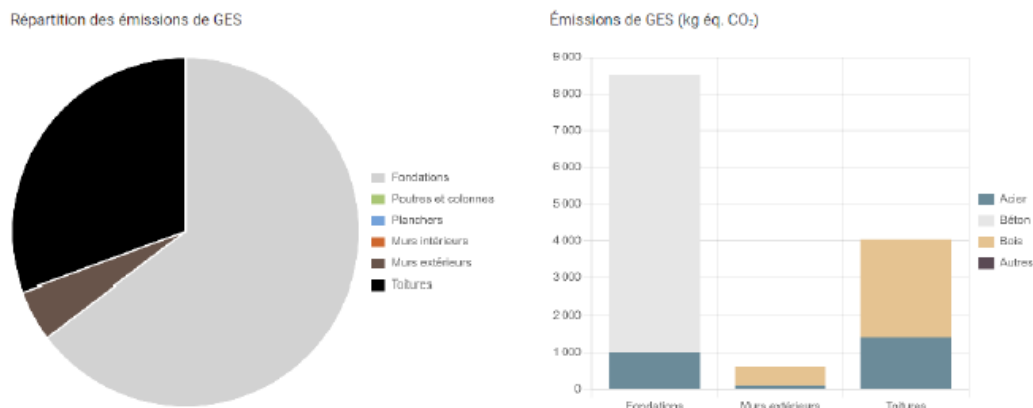


Figure 5: Emissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

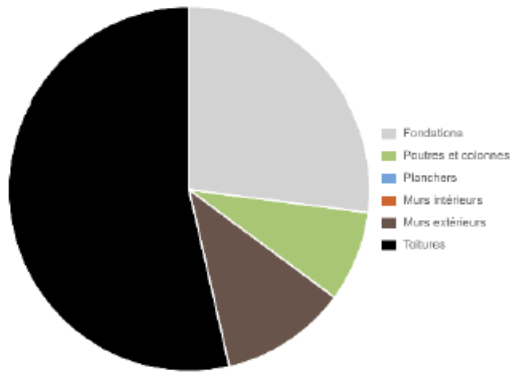
- Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 31 580 kg éq. CO₂, soit 226 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 2.

27 % des émissions de GES du projet sont associées aux matériaux des fondations, soit 8 532 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes en acier supportant la toiture sont responsables de 8 % des émissions de GES, soit 2 555 kg éq. CO₂. Les poutrelles ajourées en acier recouvert d'un pontage métallique sont responsables de 54 % des émissions de GES, soit 16 922 kg éq. CO₂, tandis que la structure des murs extérieurs non porteurs en OLA est responsable de 11 % des émissions de GES, soit 3 571 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 24 % sont attribuables au béton des fondations, 74 % sont attribuables à l'acier des poutres et colonnes, de la toiture et des murs extérieurs et 2 % sont attribuables au panneau de gypse renforcé aux fibres de verre des murs recouvrant les murs extérieurs non porteurs (figure 6).

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg eq. CO₂)

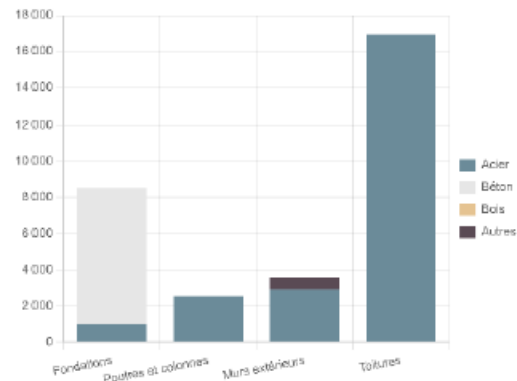


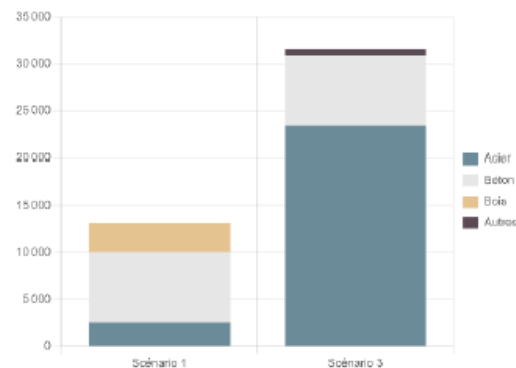
Figure 6: Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

- Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé valide l'hypothèse première de l'étude et amène une réduction des émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure de 18 392 kg eq. CO₂, qui représente une réduction de 132 kg eq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une réduction de 58 % par rapport au scénario de référence. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5 du rapport Cecobois.

La différence entre les scénarios est attribuable principalement au type de structure utilisé, soit une structure mixte BLC, CLT et OLB pour le projet réalisé comparativement à une structure en acier pour le scénario de référence. En effet, dans le projet réalisé, la structure du toit est composée de fermes de toit en BLC recouvert d'une dalle en CLT comparativement à une structure conventionnelle poteaux-poutres en acier pour le scénario de référence (figure 7).

Émissions de GES par matériau (kg eq. CO₂)



Émissions de GES par système constructif (kg eq. CO₂)

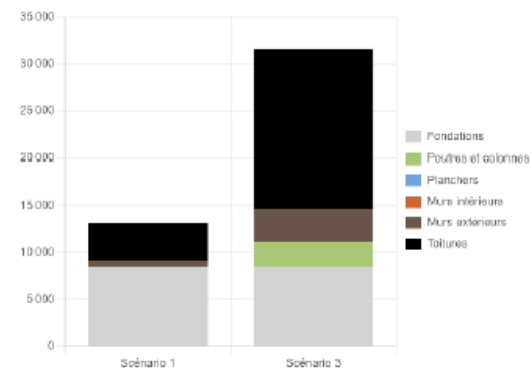


Figure 7: Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

- Hypothèse de coûts et performance énergétique

Les hypothèses relatives aux coûts et aux performances énergétiques ne peuvent pas être définitivement établies à ce stade, car elles dépendront des prochaines phases du projet, notamment de la construction du bâtiment et des coûts opérationnels de l'espace. Toutefois, selon les études publiées par la SHQ sur les bâtiments préfabriqués³, des économies pouvant atteindre 50 % peuvent être réalisées grâce à la rapidité d'exécution. D'après nos prévisions, l'installation d'une structure comme celle-ci ne prendra pas plus de cinq jours, avec un produit entièrement fini, incluant les fenêtres et le revêtement extérieur. En comparaison, une construction traditionnelle nécessiterait environ deux semaines pour parvenir au même résultat.

3.5 Conclusions

Ce projet illustre une approche intégrée et réfléchie de la conception et de la construction, combinant l'innovation matérielle, la préfabrication et une rigueur architecturale dans les détails. En réinterprétant des systèmes constructifs traditionnels à travers l'utilisation du bois massif, en valorisant les matériaux recyclés, et en optimisant l'assemblage hors site, nous estimons pouvoir réduire les délais, améliorer la performance énergétique et offrir un résultat esthétique de grande qualité. L'intégration étroite entre la structure, l'enveloppe et les équipes de réalisation a permis de repousser les limites des méthodes conventionnelles pour proposer une solution architecturale durable, fonctionnelle et harmonieuse.

Dans le cadre du programme d'innovation en construction bois du MRNF, nous avons mandaté Cecobois pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à la production des matériaux de structure de notre projet d'agrandissement de l'usine de préfabrication, en le comparant à un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour notre projet ainsi que pour le scénario de référence ont été déterminées et fournies par nos équipes. La responsabilité de la qualité, de l'exactitude et de la conformité de ces données au Protocole de quantification des émissions de GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure et d'enveloppe repose entièrement sur Fab Structures.

Les résultats montrent que les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure de notre projet s'élèvent à 13 188 kg éq. CO₂, soit 94 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. En comparaison, les émissions pour le scénario de référence sont estimées à 31 580 kg éq. CO₂, soit 226 kg éq. CO₂/m².

Grâce à notre approche et à l'utilisation de matériaux optimisés, nous avons ainsi réduit les émissions de GES de 18 392 kg éq. CO₂, soit 132 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

³ Société d'habitation du Québec (SHQ). (s.d.). Les bâtiments préfabriqués : une solution pour réduire les coûts de construction. Collection Immobilière. Récupéré de <https://collectionimmobiliere.com/prefabriquees-la-solution-a-la-crise-du-logement-au-quebec/>

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

L'étude menée dans le cadre de ce projet démontre le potentiel significatif des structures hybrides en bois massif et ossature légère pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments industriels et commerciaux.

Impacts positifs et nouvelles opportunités :

- **Modèle de conception intégrée (Design-Build verticalement intégré) :** La collaboration étroite entre les concepteurs, ingénieurs et constructeurs dès les premières phases permet de réduire les délais, de limiter les allers-retours coûteux, et de favoriser une meilleure coordination. Ce modèle pourrait être reproduit dans d'autres projets afin de minimiser les frictions entre structure et enveloppe et maximiser la performance globale.
- **Réduction des émissions de GES :** Une réduction de 58 % des émissions par rapport à une construction en acier valide l'efficacité des matériaux bois comme alternative écologique.
- **Utilisation stratégique de la préfabrication :** Le choix de préfabrication complète des murs et toitures en bois massif permet non seulement de réduire les temps de chantier, mais aussi de mieux contrôler la qualité et la performance. L'optimisation du processus hors site pourrait inspirer d'autres entreprises à adopter des systèmes hybrides bois massif / ossature légère.
- **Diminution des coûts énergétiques à long terme :** L'utilisation d'isolants biosourcés comme la fibre de bois et la laine de chanvre améliore la performance énergétique, réduisant ainsi la consommation énergétique du bâtiment en phase d'exploitation.
- **Encouragement de la transition écologique dans le secteur industriel :** Ce projet montre qu'il est possible d'appliquer des solutions bois même dans des environnements où l'acier et le béton dominent traditionnellement, offrant ainsi une alternative crédible pour l'industrie.

Potentiel de reproductibilité pour l'industrie :

- **Applicabilité à d'autres bâtiments industriels et commerciaux :** La modularité et la flexibilité des systèmes hybrides bois-métal facilitent leur adaptation à divers types de constructions.
- **Structure utilisée comme finition architecturale :** En exposant les éléments structurels comme finition intérieure, le projet démontre une approche esthétique et rationnelle qui maximise l'utilisation des matériaux. Cela ouvre la voie à des économies sur les revêtements intérieurs tout en affirmant une identité architecturale forte, reproductible dans des bâtiments commerciaux ou institutionnels.
- **Standardisation et certification :** L'obtention de la certification CSA A277 pour l'assemblage en ossature légère facilite la mise en marché de solutions préfabriquées à faible impact carbone. (Voir annexe sur les étapes de certifications et notre rapport d'évaluation CSA A277)

- Possibilité d'adaptation aux programmes de crédits carbone : Les réductions démontrées d'émissions de GES pourraient permettre aux entreprises de bénéficier de crédits carbone et d'aides financières pour favoriser ces pratiques.
- Simplification des détails constructifs complexes : Le développement de détails comme les débords de toit préfabriqués avec finition intégrée, ou encore le raccord fondation-mur, montre qu'il est possible de réduire la main-d'œuvre sur site tout en assurant durabilité et performance. Ces détails peuvent être documentés, standardisés et réutilisés sur d'autres projets.

3.7 Recommandations

Afin d'optimiser l'impact de cette approche et d'en maximiser la reproductibilité, nous recommandons les actions suivantes :

1. Amélioration de l'accessibilité aux matériaux biosourcés
 - Encourager le développement de la filière québécoise de production de panneaux de fibre de bois et de laine de chanvre, qui restent encore peu accessibles localement ou simplement accepter les panneaux en fibres de bois au code du bâtiment importer des États-Unis ou de la France par exemple des compagnies suivantes; Timber HP, Soprema.
 - Soutenir les entreprises qui innovent dans l'optimisation des systèmes de construction en bois pour favoriser leur adoption.
2. Optimisation des processus de préfabrication
 - Poursuivre les efforts pour industrialiser davantage la production des composants hybrides bois-métal afin de réduire les coûts et délais de construction.
 - Standardiser les méthodes de conception et de fabrication pour faciliter la certification et l'adoption à grande échelle. Le processus de certification n'est pas simple mais tout de même nécessaire. Offrir de l'aide à l'entreprise au niveau financier et administratif pourrait aider à minimiser les barrières pour la certification.
3. Développement d'une approche comparative pour d'autres types de bâtiments
 - Réaliser des analyses similaires pour d'autres typologies de bâtiments (multi logements, infrastructures publiques, entrepôts) afin de démontrer les bénéfices environnementaux du bois massif dans divers contextes.
 - Intégrer d'autres facteurs d'impact environnemental comme la consommation énergétique en phase d'exploitation pour une évaluation plus complète.
4. Renforcement des actions de sensibilisation et de formation

- Développer des formations pour les architectes, ingénieurs et entrepreneurs sur l'utilisation des systèmes de construction hybride et les bénéfices du bois massif en construction industrielle.
- Encourager la diffusion des résultats de cette étude auprès des instances gouvernementales et des promoteurs immobiliers pour inciter à un changement de pratiques dans l'industrie.

Ces recommandations visent à maximiser l'adoption des solutions bas carbone mises en place dans ce projet et à favoriser une transition plus large de l'industrie de la construction vers des pratiques plus durables.

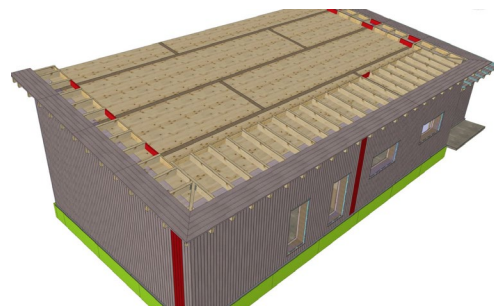
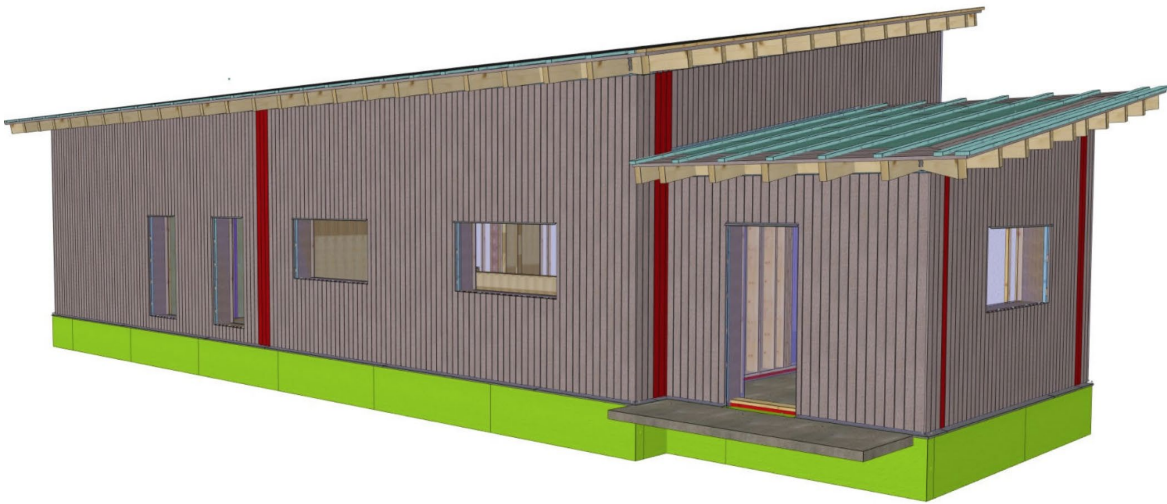
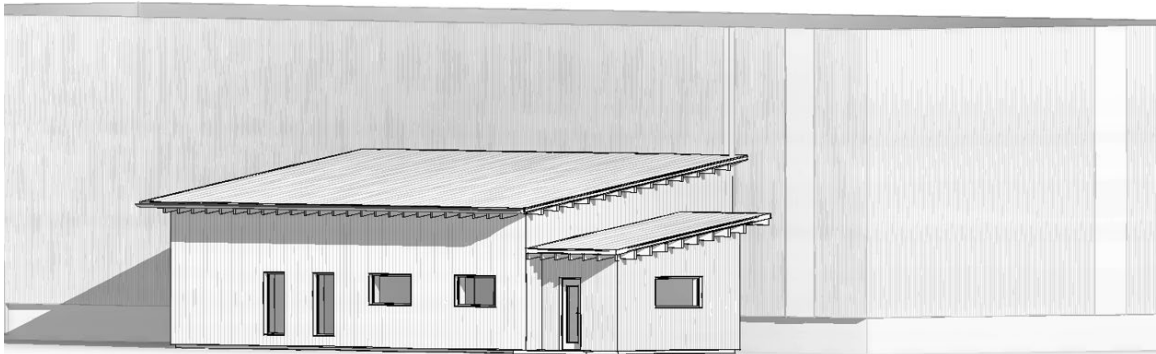
4. Bibliographie

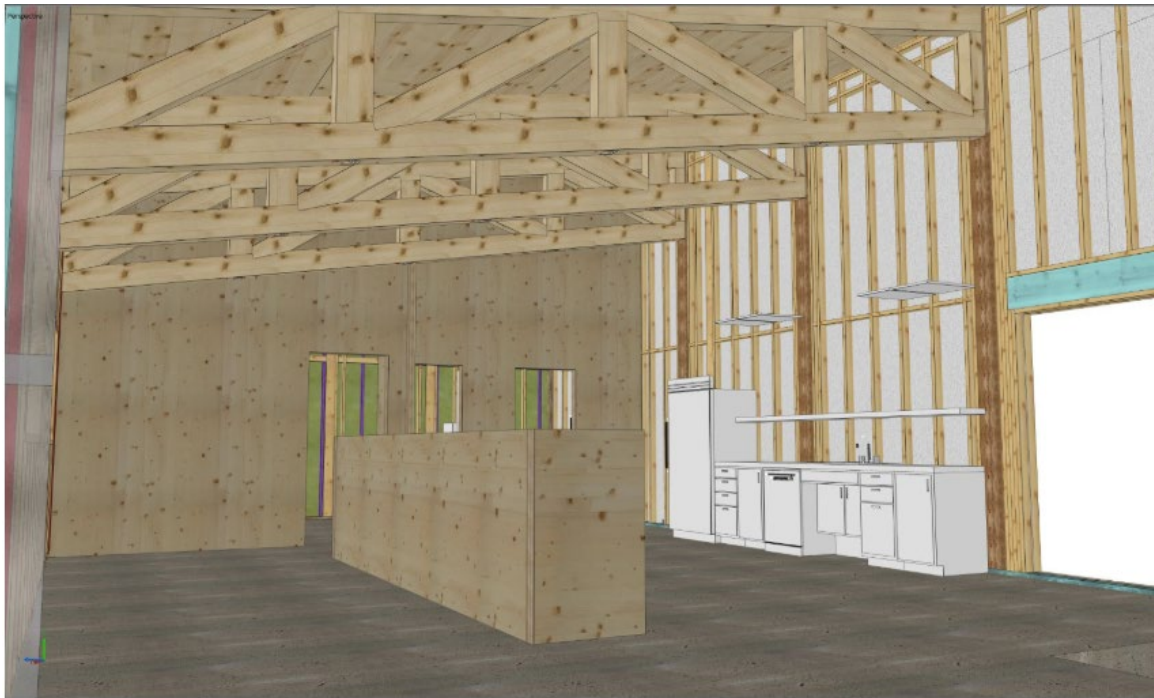
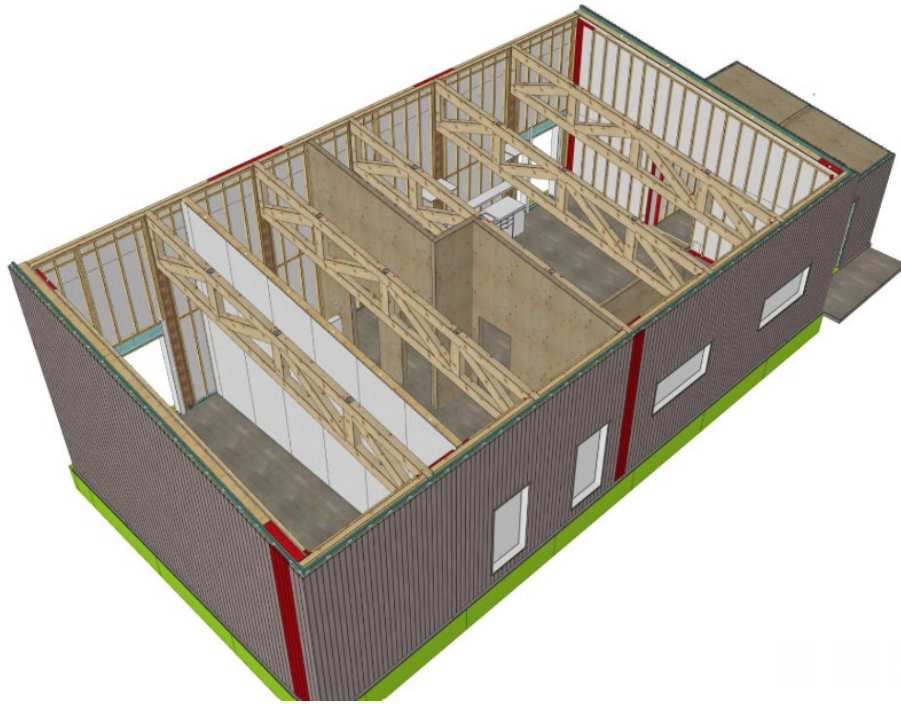
- Ressources naturelles Canada. (s.d.). *Transforming Canada's buildings sector for a net-zero and resilient future*. Récupéré de <https://natural-resources.canada.ca>
- Guldemann, C. (2023). *High Rise, Low Carbon: Canada's \$40 billion Net Zero Building Challenge*.
- Larivière-Lajoie, R. (s.d.). *Étude réalisée : Agrandissement de l'usine de préfabrication*. Cecobois.
- Société d'habitation du Québec (SHQ). (s.d.). Les bâtiments préfabriqués : une solution pour réduire les coûts de construction. Collection Immobilière. Récupéré de <https://collectionimmobiliere.com/prefabriquees-la-solution-a-la-crise-du-logement-au-quebec/>

5. Annexes

Note au rédacteur : Joindre les études complémentaires

ANNEXE 1 – Conception et visualisation 3D de la solution innovante





ANNEXE 2 - Étapes de certification CSA A277 avec QAI

1. Définition des objectifs et du périmètre : Rencontre avec QAI pour établir les attentes et le cadre du projet.
2. Soumission des documents : Envoi des dessins architecturaux et d'ingénierie, ainsi que du détail des composants utilisés.
3. Analyse et échanges : Révision des documents par QAI, discussions sur le processus, les produits et identification des éléments manquants.
4. Tests : Réalisation des tests si nécessaire.
5. Première visite : Inspection durant la réalisation du projet. Vérification du contrôle qualité, du système d'inventaire, des bons de commande, des produits et du système d'étiquetage. Examen approfondi du code en vigueur pour les provinces concernées (Ontario et Québec dans notre cas).
6. Livrable : Rapport de QAI indiquant les éventuelles non-conformités à corriger.
7. Deuxième visite : Inspection en fin de projet pour vérifier la correction des déficiences relevées lors de la première visite et validation du système d'étiquetage.
8. Revue finale : Vérification finale par le responsable de projet de QAI.
9. Approbation et certification : Validation de la conformité et publication de la certification.

ANNEXE 3 - Rapport d'évaluation QAI pour certification CSA A277



EVALUATION REPORT

**APPLICANT
FILE NUMBER:** REC799-1

**REPORT
NUMBER:** REC799-1, Edition 2

APPLICANT: **Fab Structures Inc.**
736 Ch Riverside
La Peche, Quebec,
Canada, J0X-3G0
Attention: Mr. Ben Chicoine, President
Mr. Jake Chicoine, Head of Manufacturing

EDITION 2: September 20, 2024; Application Number REC799-1 – Burnaby Office
Issued by : Jack Lee, Project Manager, Reviewed by: Jacky Chen, FBS Supervisor
Contents: Evaluation Report: Pages 1 through 25
Material List Pages B1 through B9
Fastener Schedule Pages C1 through C1
Architectural Drawings Pages D1 through D21
Quebec Approved Structural Drawings and
Installation Instructions Pages E1 through E20
Quebec Approved Floor Assembly Production
Drawings Pages F1 through F4
Quebec Approved High Performance Wall
Assembly Drawings Pages G1 through G1
Quebec Approved High Performance Exterior
Wall Assembly Production Drawings Pages H1 through H81
Quebec Approved High Performance Interior
Wall Assembly Production Drawings Pages I1 through I3
Quebec Approved Roof Structure Assembly
Drawings Pages J1 through J1
Quebec Approved Roof Structure Production
Drawings Pages K1 through K116
Ontario Approved High Performance Wall
Assembly & Roof Structure Production Drawings
& Installation Instructions Pages L1 through L4
High Performance Wall Assembly Thermal
Resistance Calculation Pages M1 through M6
Roof Structure Thermal Resistance Calculation Pages N1 through N7



EDITION 1:

May 10, 2023; Application Number REC799-1 – Burnaby Office
Issued by: Cristina Dima, Project Manager; Reviewed by Jacky Chen, Project Manager

Contents:	Evaluation Report:	Pages 1 through 16
	Material List	Pages B1 through B8
	Fastener Schedule	Pages C1 through C1
	(Ontario) Approved Architectural & Structural Drawings	Pages D1 through D14
	(Ontario) Approved Installation Instructions	Pages E1 through E8
	(Ontario) Approved Production Floor (Floor Assembly) Drawings	Pages F1 through F22
	(Ontario) Approved Production Walls (CLT Wall Assembly) Drawings	Pages G1 through G33
	Quality Control Manual	Pages Q1 through Q22



APPLICABLE REQUIREMENTS:

Standards and codes used for evaluation:

- CSA A277-16 “Procedure for Certification of Prefabricated Buildings, Modules, and Panels”
- Ontario Building Code 2012, Part 4 and Part 9 Housing and Small Buildings
- Quebec Construction Code, Chapter I - Building, and National Building Code of Canada 2015 (amended), Parts 4, 9 and 11

Notes: N/A

SUBJECT:

Factory Built Prefabricated Panels

MANUFACTURING LOCATION(S):

91 Chem. Montpellier Ripon, QC J0V 1V0

LABELLING LOCATION(S):

91 Chem. Montpellier Ripon, QC J0V 1V0



MODELS:

The scope of buildings covered by this Listing includes:

Models / Ratings: Prefabricated panels intended to be used in structures classified under one major occupancy *Group C – Residential*. The final panelized buildings are not more than 2-storeys high and have a building area not exceeding 600m².

This listing covers the factory-built planar panels, designed to be assembled on-site to provide the finished loadbearing structure. These opened or closed panels are designed and constructed within the scope of Part 4 and 9 of the Ontario Building Code, and/or Part 4, Part 9 and Part 11 of the Quebec Construction Code, Chapter I - Building.

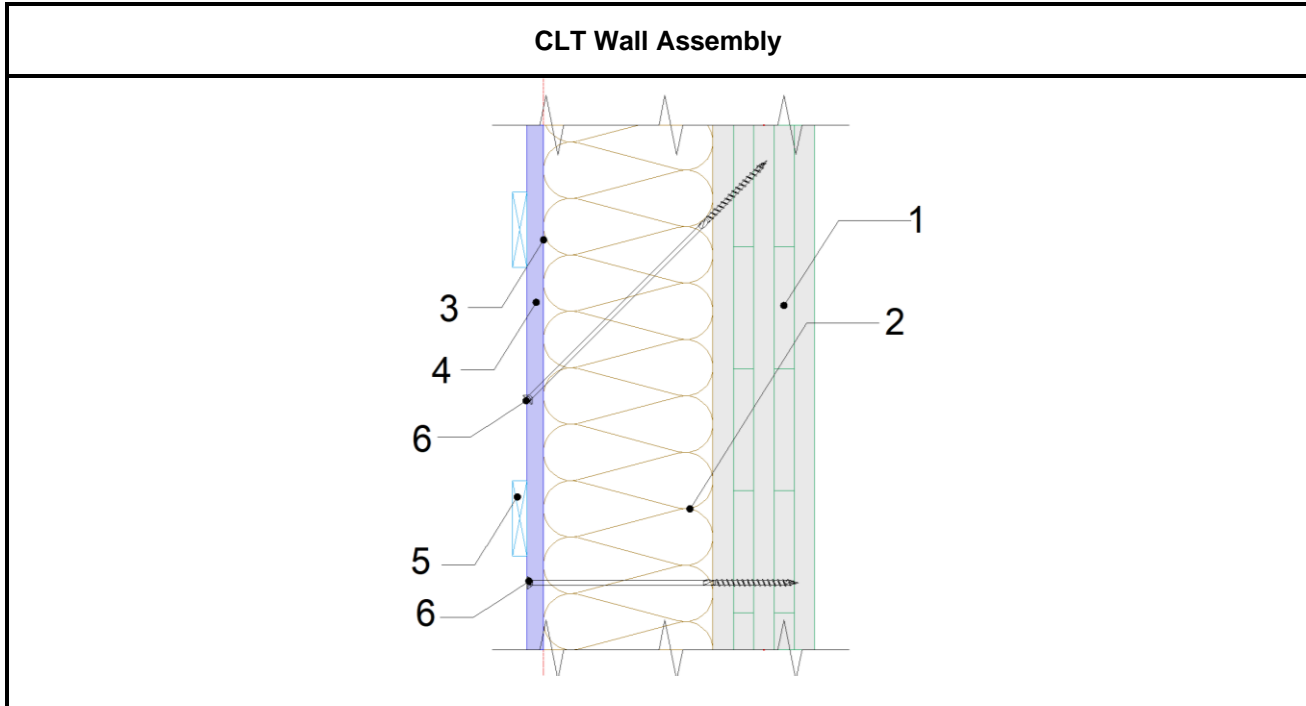
Manufacturer provides structural floor, wall and roof panels of wood construction. Refer to the attached product description for more details (link to Panel Product Description)

- Model "Floor Assembly" is intended for floor application.
- Model "CLT Wall Assembly" and "High Performance Wall Assembly" are intended for load bearing wall application.
- Model "Roof Structure" is intended for roof application.

Models identified under the same graphic illustration may have dimensional variations or may have certain components removed.

The Listing does not address the installation of electrical, plumbing, gas/propane, fire alarm, sprinkler, or fire suppression systems components or equipment, or other features not included within this listing page. Panels are not evaluated for fire resistive assemblies and acoustical performance.

WALL PANELS evaluated under CSA A277 & Parts 4 & 9 of Ontario Building Code

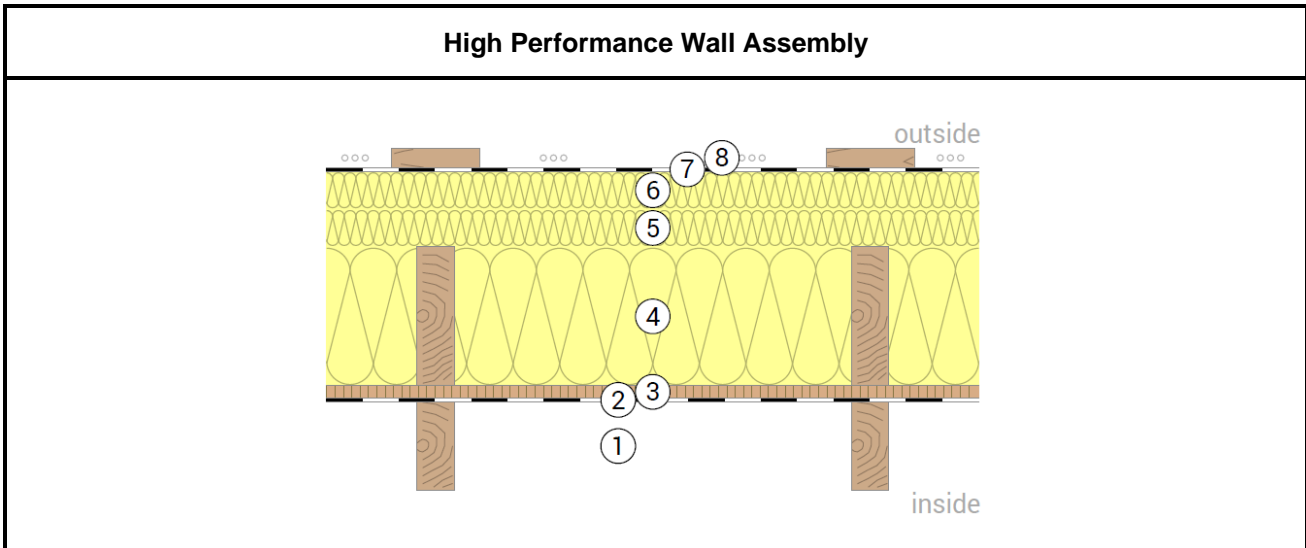


No.	COMPONENT	DESCRIPTION
1.	Wood Structure	Product: Cross-Laminated Timber (CLT) Panels
		Thickness: Minimum 5 layers - 3 15/16" (100 mm)
		Limitation: Design under Part 4 of NBC done by registered professional
		Certification: Certified per ANSI/APA PRG320
2.	Wood Fiberboard Insulation	Product: Multitherm 110
		Thickness: Minimum 8" (200 mm)
		R Value: As indicated on QAI's Specification Nameplate
		Certification: Tested per CAN/ULC-S706.1
3.	Weather Resisting Barrier (Building Wrap)	Product: Monolithic Membrane Transpir Rothoblaas SIGA Majvest 200
		Certification: Certified to CAN2-51.32-M77 ; CAN/ULC-S741 UL Labatory Canada / RDH building science
4.	Vertical strapping	Product: Wood furring Strips of plywood at corners
		Size : Wood furring 1"x4" (19 x 89mm) Plywood Minimum 12" (300mm)
		Spacing : At maximum 24" (600mm) OC
		Certification : Wood furring NLGA Plywood Certified per CSA O151
5.	Horizontal Strapping (Optional)	Product: Wood furring
		Size : 1"x4" (19 x 89mm)
		Spacing : At maximum 24" (600mm) OC
		Fasteners : 2 screws per vertical strapping : #8 x 1-1/2"
		Certification : Wood furring NLGA
6.	Screws	Product: 8Øx300 ASSY Ecofast
		Spacing : @ 90° @ 1200mm oc & @ 45° @ 1200mm oc Stagger screws



	Certification :	NRC / CCMC13677-R
WINDOWS, DOORS AND SKYLIGHTS INSTALLATIONS:		
Structural panels included in this Listing may have windows, doors and skylights conform to AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440, NAFS and CSA A440S1, "Canadian Supplement to AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440.		
The energy performance of windows, doors and skylights is determined in accordance with CSA A440.2.		
Structural wood frame are sealed with SIGA Rissan tape and Wigluv. Airtightness between walls structure and window/doors is performed with SIGA Fentrim IS 20 on the inside and SIGA Fentrim 230 on the Outside.		
EXCLUSIONS:		
Fire resistive assemblies and acoustical performance is not covered under this listing.		
All wall components, interior partitions, electrical installations, plumbing and gas/propane systems, other than those described above are outside of the scope of this listing. For floor and roof panels refer to dedicated section.		
This listing does not include wall panels intended to be used in multi-residential buildings such as hotels and motels, requiring shared egress facilities. It does not address panelized products for use in industrial, commercial, and office buildings, stores, hospitals, classrooms, and daycares and/or any buildings designed with multiple major occupancies.		
CONDITIONS OF VALIDITY		
This listing is based on the assumption that no fundamental changes are made to the product described in this listing and engineering designs.		
The performance of the panels could be affected by excessive humidity. Like other wood products, these panels must be protected from exposure to moisture/rain.		
The field erection sequencing must be in strict accordance with the manufacturer's installation instructions and the applicable building code. In the event of a conflict between the manufacturer's installation instructions and code requirements, code stipulations shall govern. Approved construction documents shall be available at all times on the jobsite during installation.		

WALL PANELS evaluated under CSA A277, Part 9 of Ontario Building Code & Parts 9 and 11 of Quebec Construction Code, Chapter I – Building.



No.	COMPONENT	DESCRIPTION
1.	Interior Wood Furring / Service Cavity	Product: Dimensional Lumber
		Size: 2"x3" (38 x 64 mm) or 2"x4" (38 x 89 mm)
		Spacing: Maximum 16" (400mm) OC
		Certification: NLGA
		Fasteners: ASSY Ecofast 6mm x 140mm (min.), Countersunk Partially Threaded Structural Wood Screws 2 to 3 screws per vertical furring to studs 5 screws at floor landing
2.	Air & Vapour Barrier	Product: SIGA Majrex 200
		Certification: Evaluated to CAN/CGSB-51.33-M, CAN/ULCS741 RDH Building Science
3.	Sheathing	Product: OSB Panel
		Thickness: 7/16" (11mm)
		Certification: CSA O437.0
		Fasteners: 0.131" (3.3mm) shank diameter x 2.5" (63mm) shank length Nails 4" (100mm) on perimeter & 12" (300mm) on center
2. & 3.	Air & Vapour Barrier + Sheathing (Alternate)	Product: BP Enermax Insulating Fiberboard
		Thickness: 1/2" (12.5mm)
		Certification: CAN/ULC S706.1 CAN/ULC S742/S741 or Equivalent CCMC report ASTM E96/E96M, CAN/CGSB-51.33-M or Equivalent CCMC report
4.	Wood Frame (Wall Studs & Wall Plates)	Product: Dimensional Lumber (SPF #2 or better)
		Size: 2"x6" (38 x 140 mm) or 2"x8" (38 x 184 mm)
		Stud Spacing: Maximum 16" (400mm) OC
		Certification: NLGA
		Fasteners: ASSY Ecofast 6mm x 140mm, Countersunk Partially Threaded Structural Wood Screws, and 3.25" (82mm) Nails 1 screw and 3 end nails per stud to top wall plates 1 screw and 3 end nails per stud to bottom wall plates



		Limitation	The use of Structural Composite Lumber (SCL), Design & and Installations of wall panels outside of OBC / QCC Section 9.23 is done by registered professionals under Part 4		
	Insulation	Product	Mineral Wool Insulation or Hemp Fibre Insulation		
		R Value	As indicated on QAI's Specification Nameplate		
		Certification	CAN/ULC-S702, or Equivalent CCMC report		
5.	Rigid Insulation	Product	Wood Fiber Insulating Boards		
6.		R value	Minimum R4		
		Certification	CAN/ULC-S706, or Equivalent CCMC report		
7.	Weather Resisting Barrier (Building Wrap)	Product:	Monolithic Membrane Transpir Rothoblaas		
			SIGA Majvest 200		
		Certification:	Certified to CAN2-51.32-M77 ; CAN/ULC-S741 UL Labatory Canada / RDH building science		
8.	Vertical strapping	Product:	Wood furring Strips of plywood at corners		
		Size :	Wood furring	1"x4" (19 x 89mm) or 2"x4" (38 x 89 mm)	
			Plywood	Minimum 12" (300mm)	
		Spacing :	At maximum 16" (400mm) OC		
		Fasteners:	ASSY CSK 8mm x 140mm (min.), Countersunk Fully Threaded Self-Tapping Wood Scfrew Screws spaced maximum 400mm to studs		
		Certification :	Wood furring	NLGA	
	Plywood		Certified per CSA O151		
	Horizontal Strapping (Optional)	Product:	Wood furring		
		Size :	1"x4" (19 x 89mm)		
		Spacing :	At maximum 16" (400mm) OC		
Fasteners :		2 screws per vertical strapping : #8 x 1-1/2"			
Certification :		Wood furring	NLGA		

WINDOWS, DOORS AND SKYLIGHTS INSTALLATIONS:

Structural panels included in this Listing may have windows, doors and skylights conform to AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440, NAFS and CSA A440S1, "Canadian Supplement to AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440.

The energy performance of windows, doors and skylights is determined in accordance with CSA A440.2.

Structural wood frames are sealed with SIGA Rissan tape and SIGA Wigluv. Airtightness between walls structure and window/doors is performed with SIGA Fentrim IS 20 on the inside and SIGA Fentrim 230 on the Outside.

EXCLUSIONS:

Fire resistive assemblies and acoustical performance is not covered under this listing.

All wall components, interior partitions, electrical installations, plumbing and gas/propane systems, other than those described above are outside of the scope of this listing. For floor and roof panels refer to dedicated section.

This listing does not include wall panels intended to be used in multi-residential buildings such as hotels and motels, requiring shared egress facilities. It does not address panelized products for use in industrial, commercial, and office buildings, stores, hospitals, classrooms, and daycares and/or any buildings designed with multiple major occupancies.

CONDITIONS OF VALIDITY

This listing is based on the assumption that no fundamental changes are made to the product described in this listing and engineering designs.

The performance of the panels could be affected by excessive humidity. Like other wood products, these panels must be protected from exposure to moisture/rain.

The field erection sequencing must be in strict accordance with the manufacturer's installation instructions and the applicable building code. In the event of a conflict between the manufacturer's installation instructions and code requirements, code stipulations shall govern. Approved construction documents shall be available at all times on the jobsite during installation.



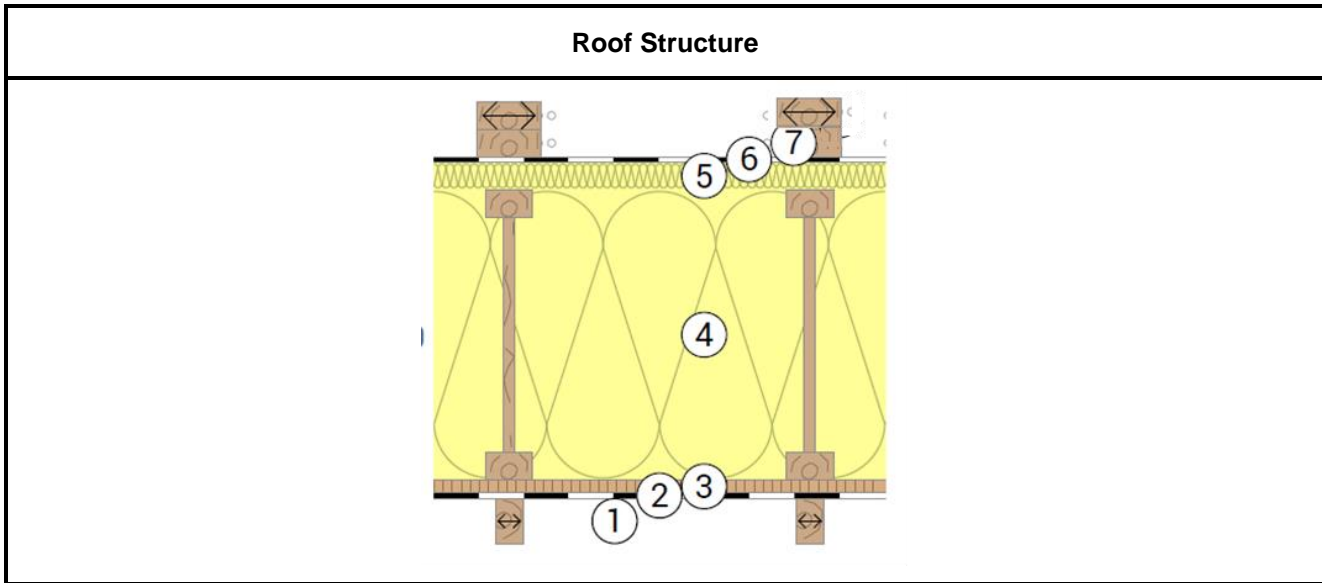
FLOOR PANELS evaluated under CSA A277, Part 9 of Ontario Building Code and Part 9 of Quebec Construction Code, Chapter I – Building.

Floor Assembly						
No.	COMPONENT	DESCRIPTION				
1.	Subfloor	Product:	Plywood Panel; OSB Panel			
		Thickness:	Minimum 5/8" (15.9 mm)			
		Certification:	Plywood Panel certified per CSA O151 OSB Panel certified per CSA O325			
		Fasteners:	Floor screws #8x1-1/2" (89mm) min; 6" (150mm) on perimeter & 12" (300mm) on intermediate joists			
2.	Wood Frame	Framing:	Floor Joists	Dimensional Lumber (SPF) I-Joists Open-web Joists Structural Composite Lumber (SCL)	Minimum 2x8 Minimum 9.25" (235mm) Minimum 11.875" (300mm) Minimum 9.5" (241mm)	
			Rim Joist	SPF	Minimum 2x8 / to suite floor joist height	
				Glulam	1.75" (45mm) x min. 9.25" / to suite floor joist height	
				SCL	Minimum 9.5" (241mm) / to suite floor joist height	
		Limitation:	Design outside of NBC, part. 9.23.1.1 is done by registered professionals under Part 9 and/or Part 4			
		Certification:	SPF	Grade Stamp: Grade 2 or better as required by design		
			I-Joists	CCMC report or equivalent		
			SCL	CCMC report or equivalent		
		Live load:	Minimum 40 psf (1.9 KPa)			
		Joist spacing:	Maximum 24" (600 mm) OC			
		Joist Fasteners:	4-5 nails, 0.120" x 3-1/4" per joist end for all dimensions			
				Suitable Joist Hangers for unsupported joists		
		EXCLUSIONS:				
Fire resistive assemblies and acoustical performance is not covered under this listing.						
All gas systems components, plumbing and electrical equipment other than those described above are outside of the scope of this listing. For wall and roof panels refer to dedicated section.						
This listing does not include panels intended to be used in multi-family dwellings requiring fire and sound separation or shared egress facilities, hotels and motels. It does not address panelized products for use in commercial, and office buildings, stores, hospitals, classrooms, and daycares and/or any buildings designed with multiple major occupancies.						
CONDITIONS OF VALIDITY						



<p>This listing is based on the assumption that no fundamental changes are made to the product described in this listing and engineering designs.</p>
<p>The performance of the panels could be affected by excessive humidity. Like other wood products, these panels must be protected from exposure to moisture/rain.</p>
<p>The field erection sequencing must be in strict accordance with the manufacturer's installation instructions and the applicable building code. In the event of a conflict between the manufacturer's installation instructions and code requirements, code stipulations shall govern. Approved construction documents shall be available at all times on the jobsite during installation.</p>

ROOF PANELS evaluated under CSA A277, Parts 4 & 9 of Ontario Building Code and Parts 4, 9 & 11 of Quebec Construction Code, Chapter I – Building.



No.	COMPONENT	DESCRIPTION			
1.	Interior Wood Furring / Service Cavity	Product:	Dimensional Lumber		
		Size:	2"x3" (38 x 64 mm), 2"x4" (38 x 89 mm) or 2" x 6" (38 x 140 mm)		
		Spacing:	Maximum 16" (400mm) OC		
		Certification:	NLGA		
		Fasteners:	ASSY Ecofast 6mm x 140mm (min.), Countersunk Partially Threaded Structural Wood Screws 1 screw on each intermediate roof rafters		
2.	Air & Vapour Barrier	Product:	Monolithic MembraneTranspir Rothoblaas SIGA Majrex 200		
		Certification:	Certified to CAN2-51.32-M77 ; CAN/ULC-S741 UL Labatory Canada / RDH building science		
3.	Sheathing	Product:	OSB Panel		
		Thickness:	7/16" (11mm)		
		Certification:	CSA O437.0		
		Fasteners:	0.131" (3.3mm) shank diameter x 2.5" (63mm) shank length Nails 4" (100mm) on perimeter & 6" (150mm) on center		
4.	Wood Frame	Framing:	Roof Rafters	I-Joists Dimensional lumber	Minimum 9.25" (235mm) Minimum 2"x8" (38 x 184 mm)
			Bottom Edge Framing	Plywood Panel	Minimum 3/4" (19mm)
		Top Edge Framing	Glulam	Minimum 1.75" x 16" (44mm x 406mm) / to suit rafter height	
		Blocking	Dimensional Lumber	2"x4" (38 x 89 mm) maximum 1859mm from top/bottom edge	
		Ridge Board	Structural Composite Lumber (SCL)	The dimension, support and attachments of SCL, done under Part 4 of NBC, is approved by a registered professional engineer	
		Limitation:	The use of SCL, Design and Installations of roof panels outside of OBC /		



			QCC Section 9.23 is done by registered professionals under Part 4	
		Certification	I-Joists	CCMC report or equivalent
			Plywood	Certified per CSA O151
			Glulam	CCMC report or equivalent
			SCL	CCMC report or equivalent
		Rafter spacing:	Maximum 24" (600 mm) OC	
		Rafter Fasteners:	Suitable Hangers or Connectors	
	Insulation	Product	Mineral Wool Insulation or Hemp Fiber Insulation	
		R Value	As indicated on QAI's Specification Nameplate	
		Certification	CAN/ULC-S702, or Equivalent CCMC report	
5.	Rigid Insulation	Product	Wood Fiber Insulating Boards	
		R value	Minimum R4	
		Certification	CAN/ULC-S706, or Equivalent CCMC report	
6.	Roofing Substrate	Product:	Pro Clima Solitex Mento Plus	
		Certification:	Certified to CAN2-51.32-M77	
7.	Parallel strapping (Air space)	Product:	Wood furring	
		Size :	Wood furring	2"x4" (38 x 89mm)
		Spacing :	At maximum 24" (400mm) OC	
		Fasteners:	ASSY Ecofast 8mm x 10mm, Countersunk Partially Threaded Self-Tapping Wood Screw Screws spaced maximum 400mm to rafters	
		Certification :	Wood furring	NLGA
	Perpendicular Strapping	Product:	Wood furring	
		Size :	2"x4" (38 x 89mm)	
		Spacing :	At maximum 16" (400mm) OC	
		Fasteners :	2 nails per vertical strapping : 3.25" (82mm) Nails	
		Certification :	Wood furring	NLGA
SKYLIGHTS INSTALLATIONS:				
Structural panels included in this Listing may have skylights conform to AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440, NAFS and CSA A440S1, "Canadian Supplement to AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440.				
The energy performance of skylights is determined in accordance with CSA A440.2.				
Structural wood frame are sealed with SIGA Rissan tape and Wigluv. Airtightness between walls structure and window is performed with SIGA Fentrim IS 20 on the inside and SIGA Fentrim 230 on the Outside.				
EXCLUSIONS:				
Fire resistive assemblies and acoustical performance is not covered under this listing.				
All electrical installations, plumbing and gas/propane systems, other than those described above are outside of the scope of this listing. For wall and floor panels refer to dedicated section.				
This listing does not include wall panels intended to be used in multi-residential buildings such as hotels and motels, requiring shared egress facilities. It does not address panelized products for use in industrial, commercial, and office buildings, stores, hospitals, classrooms, and daycares and/or any buildings designed with multiple major occupancies.				
CONDITIONS OF VALIDITY:				
This listing is based on the assumption that no fundamental changes are made to the product described in this listing and engineering designs.				
The performance of the panels could be affected by excessive humidity. Like other wood products, these panels must be protected from exposure to moisture/rain.				
The field erection sequencing must be in strict accordance with the manufacturer's installation instructions and the applicable building code. In the event of a conflict between the manufacturer's installation instructions and code requirements, code stipulations shall govern. Approved construction documents shall be available at all times on the jobsite during installation.				



Prefabricated Panels included in this listing are manufactured at a central facility and transported to the site. These panels must include provisions for on-site interconnections. QAI certification covers the construction of the prefabricated panels including any factory installed component and material. QAI certification is intended to obviate the necessity of further inspection by the local regulatory authorities except for site installations, connections to services and for site installed features.

Site installation of products must be done according to manufacturer's installation instructions and in compliance with the requirements set by the local authority having jurisdiction.

Note: Prefabricated Panels are built to conform to the

- CSA A277-16,
- OBC 2012, Part 4 and Part 9.
- QCC 2022 (NBC 2015 amended) Part 4, Part 9 and Part 11



1 CONDITIONS OF ACCEPTANCE:

1. Products are in compliance with this report and the manufacturer's quality control documentation before they are labeled with the QAI logo.
2. Panels installations must be completed on site as specified in the permits and are subject to inspection by the local authorities having jurisdiction. Finished products must be installed in accordance with provincial and municipal regulations.
3. Installation instructions are provided with each project for proper assembly on site that include installation requirements, foundation support details, specifications regarding fire resistive assemblies and details on ensuring continuity of the air and vapour barriers. Documentation clearly states what features are included with the prefabricated panels and what features are required to be completed on site.
4. The design and construction of these prefabricated panels comply with Part 4 and/or Part 9 of the Ontario Building Code and the Quebec Construction Code, Chapter I - Building. For structural designs that extend beyond Part 9 requirements, the structural designs must be approved by a Professional Engineer. In all cases, the installation and overall assembly of the building must also be reviewed and approved by a Professional Engineer registered in Ontario or Quebec.
5. Prefabricated panels included in this listing are intended to be used in single family dwellings. When the prefabricated structures fall outside the scope of this listing, the manufacturer will be required to contact QAI to assess the proposed designs and submit drawings for evaluation when deemed necessary.
6. All finishing products c/w installation details must be submitted to QAI for approval. QAI reserves the right to request product inspections when deemed necessary.



2 MARKINGS (ENGLISH AND FRENCH):

Products for end use in Canada may be required to have markings in both French and English. It is the responsibility of the Applicant to determine any such requirement and provide bilingual markings where applicable, in accordance with Provincial Regulatory Authorities.

MARKING METHODS

Marking Method A: Permanent adhesive label

2.1 Each product is marked with the following using marking method A (Note: these two labels are purchased from QAI):

2.1.1 The specification nameplate (item 1068, 8-1/2" x 14" in size) is located in close proximity to the electrical panel and includes:

- Manufacturer's Name and Address
- Date of Manufacture
- Model Serial Number or Product Code
- Foundation Type (Perimeter Foundation Wall or Piers)
- Floor live Load
- Specified Snow Load (1/50)
- Seismic Response S_a (0.2)
- Hourly Wind Pressure (1/50)
- Envelope Effective Thermal Resistance
- Code(s) and standard(s) with edition date or version in which the structures have been constructed to *

** Refer to the "Applicable Requirements" section above for the version of the code(s) and standard(s) utilized for certification*

2.1.2 Each panel is to be marked with the QAI label (Item 1101, black with white, 4" x 3-3/8" x size) includes:

- Manufacturer's name
- "Prefabricated Panels"
- Panel Serial Number
- Reference to the specification nameplate
- Certification label serial number



This label is located:

Floor Panels (Open panels)	Interior side of the rim joist
Wall Panels	Interior side of the wall panels, at maximum 24" from the side edge and between 60" and 72" high from the bottom
Roof Panels	Interior side of the roof panels, at maximum 24" from the side edge

Note: these two labels are purchased from QAI.



3 Owners Manual:

Instructions are provided with each modular home including the following as a minimum:

In accordance with CSA A277-16 instructions are provided with each panelized modular home including the following as a minimum:

3.1 Instructions - transport, lifting, placement and installation

The manufacturer provides a printed set-up instruction for each set of prefabricated panels, covering the transport, lifting, placement procedures and installation procedures and requirements. The panels layout is provided with these procedures.

3.2 Instructions - connections of prefabricated panels

For a building constructed on site with multiple panels, the manufacturer provides, with each prefabricated set of panels, instructions that describe the details for:

- connecting panels to provide the required structural strength and rigidity;
- maintaining the integrity of the air barrier system, vapour barrier, insulation, and sheathing membrane at the joints between each panel;

Documentation clearly states what features are included with the prefabricated panels and what features are required to be completed on site.



4 Alterations:

None



5 FACTORY TESTS:

5.1 Moisture Content Check

Moisture content of lumber shall not exceed 19% at the time of installation. A calibrated moisture meter is required; the procedure for checking and recording moisture content data are identified in the manufacturer QC Manual. The moisture content records are maintained and filed as per the QC Manual and available for QAI upon requests.



6 Description:

Refer to the following documents:

- Material List, Pages B1 through B9
- Fastener Schedule, Pages C1 through C1
- Architectural Drawings, Pages D1 through D21
- Quebec Approved Structural Drawings and Installation Instructions, Pages E1 through E20
- Quebec Approved Floor Assembly Production Drawings, Pages F1 through F4
- Quebec Approved High Performance Wall Assembly Drawings, Pages G1 through G1
- Quebec Approved High Performance Exterior Wall Assembly Production Drawings, Pages H1 through H81
- Quebec Approved High Performance Interior Wall Assembly Production Drawings, Pages I1 through I3
- Quebec Approved Roof Structure Assembly Drawings, Pages J1 through J1
- Quebec Approved Roof Structure Production Drawings, Pages K1 through K116
- Ontario Approved High Performance Wall Assembly & Roof Structure Production Drawings & Installation Instructions, Pages L1 through L4
- High Performance Wall Assembly Thermal Resistance Calculation, Pages M1 through M6
- Roof Structure Thermal Resistance Calculation, Pages N1 through N7

All panels must be designed and constructed in accordance with Fab Structures Inc.'s Quality Control Manual and Fastening Schedule, included in Appendix Q and C respectively. Material list components may be substituted for equivalent components that meet the same specifications in accordance with Fab Structures Inc's Quality Control System.

Electrical, plumbing, heating/ventilation, and gas systems are not included in this listing.

Figures are marked up by the project manager to identify features of the structure that were not included in the certification and therefore not evaluated by QAI. Structures with features that have not been evaluated are not eligible to bear the QAI certification label.



Applicable Sections from the Ontario Building Code 2012, Part 9 Housing and Small Buildings

Sections	Applicability
9.1 General	Yes
9.2 Definitions	Yes
9.3 Materials, Systems, and Equipment	Yes
9.4 Structural Requirements	Yes
9.5 Design of Areas and Spaces (including Section 3.8)	Yes
9.6 Glass	No
9.7 Windows, Doors, and Skylights	Yes
9.8 Stairs, Ramps, Handrails, and Guards	No
9.9 Means of Egress	Yes
9.10 Fire Protection	Yes
9.11 Sound Control	No
9.12 Excavation	No
9.13 Dampproofing, Waterproofing and soil Gas Control	No
9.14 Drainage	No
9.15 Footings and Foundations	No
9.16 Floors on Ground	No
9.17 Columns	Yes
9.18 Crawl Spaces	No
9.19 Roof Spaces	Yes
9.20 Masonry and Insulating Concrete Form Walls not in contact with the Ground	No
9.21 Masonry and Concrete Chimneys and Flues	No
9.22 Fireplaces	No
9.23 Wood-frame Construction	Yes
9.24 Sheet Steel Stud Wall Framing	No
9.25 Heat Transfer, Air Leakage, and Condensation Control	Yes
9.26 Roofing	Yes
9.27 Cladding	Yes
9.28 Stucco	No
9.29 Interior Wall and Ceiling Heights	No
9.30 Flooring	No
9.31 Plumbing Facilities	No
9.32 Ventilation	No
9.33 Heating and Air-Conditioning	No
9.34 Electrical Facilities	No



Applicable Sections from the Quebec Construction Code, Chapter I - Building, and National Building Code of Canada 2015 (amended), Parts 4, 9 and 11

Sections	Applicability
9.1 General	Yes
9.2 Definitions	Yes
9.3 Materials, Systems, and Equipment	Yes
9.4 Structural Requirements	Yes
9.5 Design of Areas and Spaces (including Section 3.8)	Yes
9.6 Glass	No
9.7 Windows, Doors, and Skylights	Yes
9.8 Stairs, Ramps, Handrails, and Guards	No
9.9 Means of Egress	Yes
9.10 Fire Protection	Yes
9.11 Sound Control	No
9.12 Excavation	No
9.13 Dampproofing, Waterproofing and soil Gas Control	No
9.14 Drainage	No
9.15 Footings and Foundations	No
9.16 Floors on Ground	No
9.17 Columns	Yes
9.18 Crawl Spaces	No
9.19 Roof Spaces	Yes
9.20 Masonry and Insulating Concrete Form Walls not in contact with the Ground	No
9.21 Masonry and Concrete Chimneys and Flues	No
9.22 Fireplaces	No
9.23 Wood-frame Construction	Yes
9.24 Sheet Steel Stud Wall Framing	No
9.25 Heat Transfer, Air Leakage, and Condensation Control	Yes
9.26 Roofing	Yes
9.27 Cladding	Yes
9.28 Stucco	No
9.29 Interior Wall and Ceiling Heights	No
9.30 Flooring	Yes
9.31 Plumbing Facilities	No
9.32 Ventilation	No
9.33 Heating and Air-Conditioning	No
9.34 Electrical Facilities	No
11.1 General	Yes
11.2 Thermal Insulation	Yes



7 TESTS:

A QAI representative conducted two initial plant inspections on August 6th and August 16th, 2024, at the manufacturing plant located at 91 Chem. Montpellier Ripon, QC J0V 1V0. At that time, the construction of roof, floor and wall panels, representative of the scope of prefabricated panels covered in this report, were examined for compliance with the Ontario Building Code 2012, Parts 4 and 9 Housing and Small Buildings and Quebec Construction Code, Chapter I—Building, and National Building Code of Canada 2015 (amended), Parts 4, 9 and 11.

The quality system assessment with the CSA A277-16 standard “Procedure for Certification of Prefabricated Buildings, Modules, and Panels” was not necessary as Fab Structures Inc. is already listed under CSA A277 for a full factory certification program. This compliance is considered completed and satisfactory based on previous evaluation saved in the file and the quarterly inspections performed by QAI at the factory.



8 CONCLUSION:

Products were found to comply with applicable requirements and are acceptable for listing.

Issued :
By

Jack Lee
Project Manager

Reviewed :
By

Jacky Chen
FBS Supervisor

ANNEXE 4 - Rapport de performance énergétique du mur en ossature
légère 2x8

2x8With utility cavity High performance hemp + Outboundb WFB

Exterior wall

Thermal protection

$U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



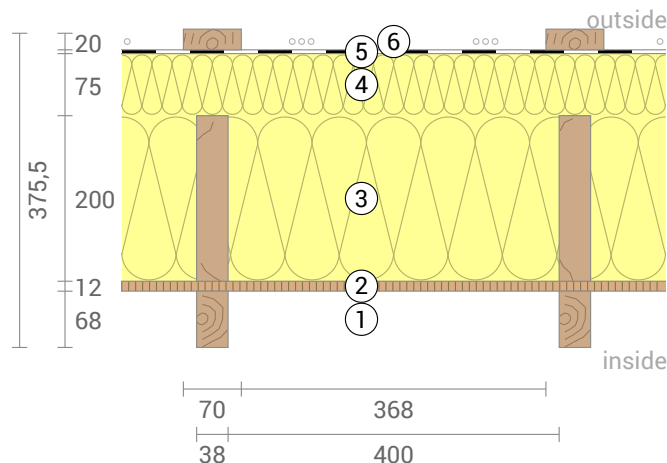
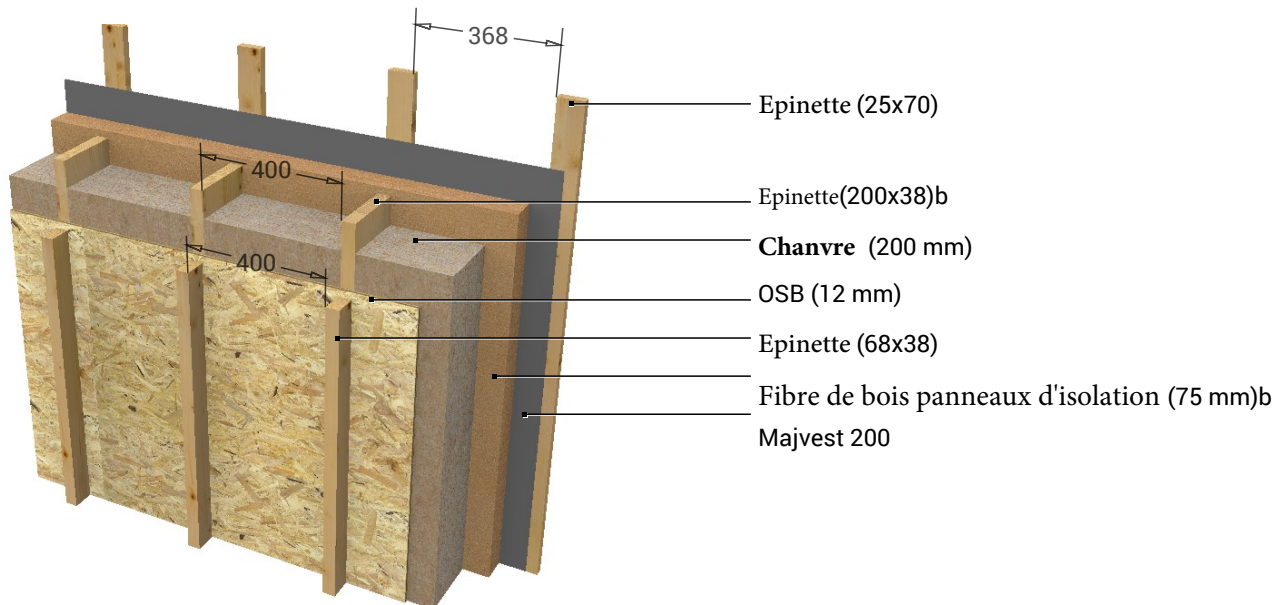
Moisture proofing

No condensate



Heat protection

Temperature amplitude damping: 21
phase shift: 13,5 h
Thermal capacity inside: 34 kJ/m²K



- ① Spruce (68x38)
- ② OSB (12 mm)

- ③ Hemp (200 mm)
- ④ Wood fiber insulation boards (75 mm)

- ⑤ Majvest 200
- ⑥ Rear ventilated level (20 mm)

Inside air : 20,0°C / 50%
Outside air: -20,0°C / 80%
Surface temperature.: 17,6°C / -19,7°C

sd-value: 2,6 m

Thickness: 37,5 cm
Weight: 39 kg/m²
Heat capacity: 66 kJ/m²K

- EnEV Bestand
- BEG Einzelmaßn.
- GEG 2020/23 Bestand
- GEG 2020 Neubau

U-Value calculation according to DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
	Thermal contact resistance inside (Rsi)			0,130
2	OSB	1,20	0,130	0,092
3	Hemp	20,00	0,040	5,000
	Spruce (8,7%)	20,00	0,130	1,538
4	Wood fiber insulation boards	7,50	0,044	1,705
5	Majvest 200	0,05	0,200	0,003
	Thermal contact resistance outside (Rse)			0,130

Thermal contact resistances have been taken from DIN 6946 Table 7.

Rsi: heat flow direction horizontally

Rse: heat flow direction horizontally, outside: Ventilation level

Upper limit of thermal resistance $R_{\text{tot;upper}} = 6,515 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Lower limit of thermal resistance $R_{\text{tot;lower}} = 6,243 \text{ m}^2\text{K/W}$.

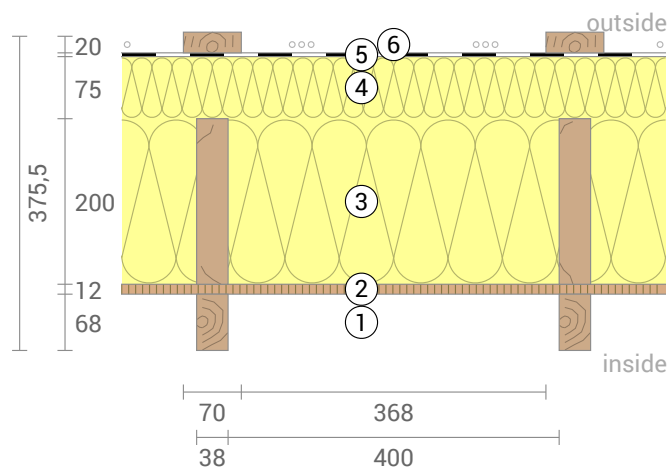
Check applicability: $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,044$ (maximum allowed: 1,5)

The procedure may be used.

Thermal resistance $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}}) / 2 = 6,379 \text{ m}^2\text{K/W}$

Estimated maximum relative uncertainty according to section 6.7.2.5: 2,1%

Heat transfer coefficient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



2x8 bWithbutilitybcavitybHighbperformancebhempb+bOutboundbWFB,bU=0,16b
W/(m²K)

LCA

Heat loss: 12 kWh/m² per heating season



Amount of heat that escapes through one square meter of this component during the heating period. Please note: Due to internal and solar gains, the heating demand is lower than the heat loss.

Primary energy (non renewable): 149 kWh/m²



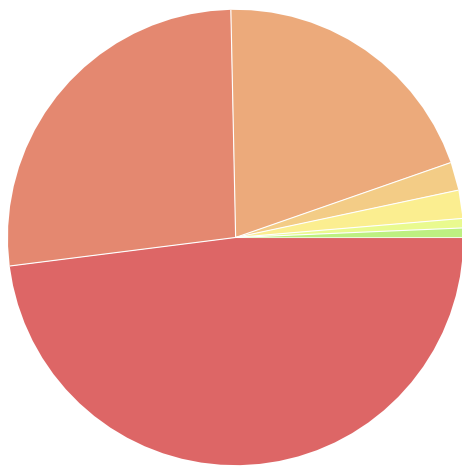
Non-renewable primary energy (= energy from fossil fuels and nuclear energy) that was used to produce the new building materials ("cradle to gate").

Green house gas potential: -34 kg CO2 Äqv./m²



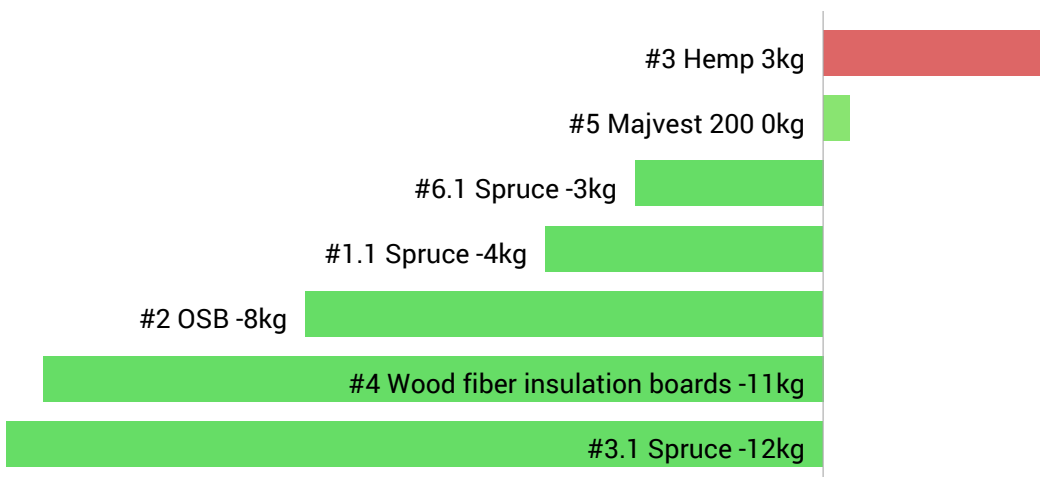
For the production of the building materials used, more greenhouse gases were withdrawn from the atmosphere than emitted.

Composition of non-renewable primary energy of production:

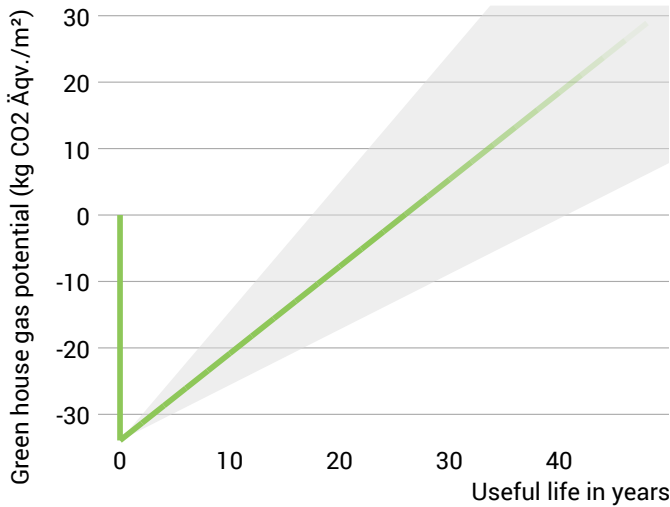


- #1 Hemp (200 mm) 48%
- #2 Wood fiber insulation boards (75 mm) 27%
- #3 OSB (12 mm) 20%
- #4 Spruce (200x38) 2%
- #5 Majvest 200 2%
- #6 Spruce (68x38) 1%
- #7 Spruce (25x70) 1%

Composition of the greenhouse potential of production:



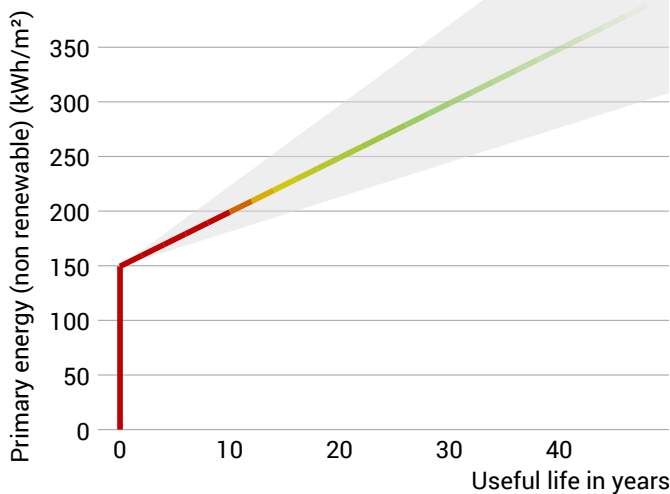
Global warming potential and primary energy for construction and use



The **left figure** shows the global warming potential of the production of the component in the vertical part of the curve. Greenhouse gas emissions (through heating) arising during use of the building are indicated by the upward curve.

The **figure at the bottom left** shows the non-renewable primary energy expenditure for the production of the component in the vertical part of the curve. The primary energy required during use of the building (through heating) is represented by the upward curve.

The longer the component is used unchanged, the more environmentally friendly it is, because the production costs contribute less to the total emissions (indicated by the color of the curve).



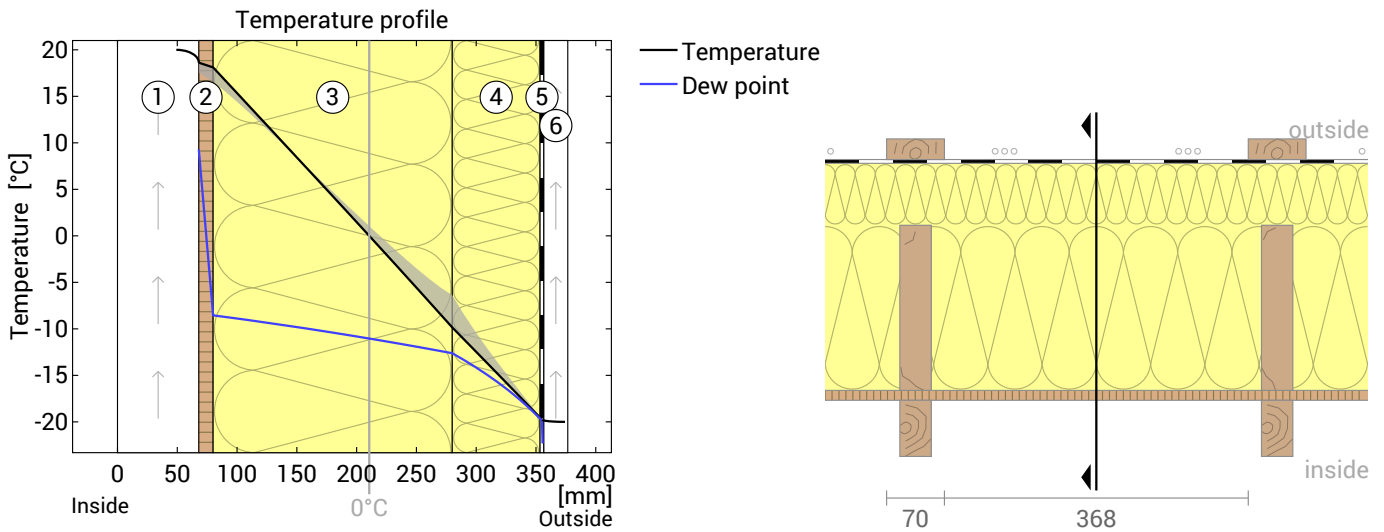
Due to unknown solar and internal gains, the heating demand can only be estimated. Accordingly, primary energy consumption and global warming potential during the use phase are only vaguely known. For the estimation it was assumed that solar and internal profits contribute with 4 kWh/a/m² component area. The light gray area indicates the area in which the curve is located with great certainty. For heat generation, a primary energy input of 0,60 kWh per kWh of heat and a global warming potential of 0,16 kg CO2 eqv/m² per kWh of heat was used. Heat source: Heat pump (air-water).

Hints

Calculated for the location DIN V 18599, heating period from Mid of October to End of April. The calculation is based on monthly average temperatures. Source: DIN V 18599-10:2007-02

The climate and energy data on which this calculation is based can, in some cases, show considerable fluctuations and, in individual cases, deviate considerably from the actual value.

Temperature profile



- ① Air layer (68 mm)
- ② OSB (12 mm)
- ③ Hemp (200 mm)
- ④ Wood fiber insulation boards (75 mm)
- ⑤ Majvest 200
- ⑥ Rear ventilated level (20 mm)

Left: Temperature and dew-point temperature at the place marked in the right figure. The dew-point indicates the temperature, at which water vapour condensates. As long as the temperature of the component is everywhere above the dew point, no condensation occurs. If the curves have contact, condensation occurs at the corresponding position.

Right: The component, drawn to scale.

Layers (from inside to outside)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Weight [kg/m²]
				min	max	
1	6,8 cm Air layer (ventilated)				20,0	0,1
	Thermal contact resistance*		0,250	17,6	20,0	
2	1,2 cm OSB	0,130	0,092	16,5	18,6	7,8
3	20 cm Hemp	0,040	5,000	-9,9	18,1	6,6
	20 cm Spruce (8,7%)	0,130	1,538	-6,5	16,9	7,8
4	7,5 cm Wood fiber insulation boards	0,044	1,705	-19,8	-6,4	12,0
5	0,05 cm Majvest 200	0,200	0,003	-19,8	-19,7	0,1
	Thermal contact resistance*		0,040	-20,0	-19,7	
6	2 cm Rear ventilated level (outside air)			-20,0	-20,0	0,0
	37,55 cm Whole component		6,335			38,8

*Thermal contact resistances according to DIN 4108-3 for moisture protection and temperature profile. The values for the U-value calculation can be found on the page 'U-value calculation'.

Surface temperature inside (min / average / max): 17,6°C 18,4°C 18,6°C
 Surface temperature outside (min / average / max): -19,8°C -19,7°C -19,7°C

2x6 With utility cavity High performance hemp + Outbound WFB, U=0,16 W/(m²K)

Moisture proofing

For the calculation of the amount of condensation water, the component was exposed to the following constant climate for 90 days: inside: 20°C und 50% Humidity; outside: -20°C und 80% Humidity (Climate according to user input).

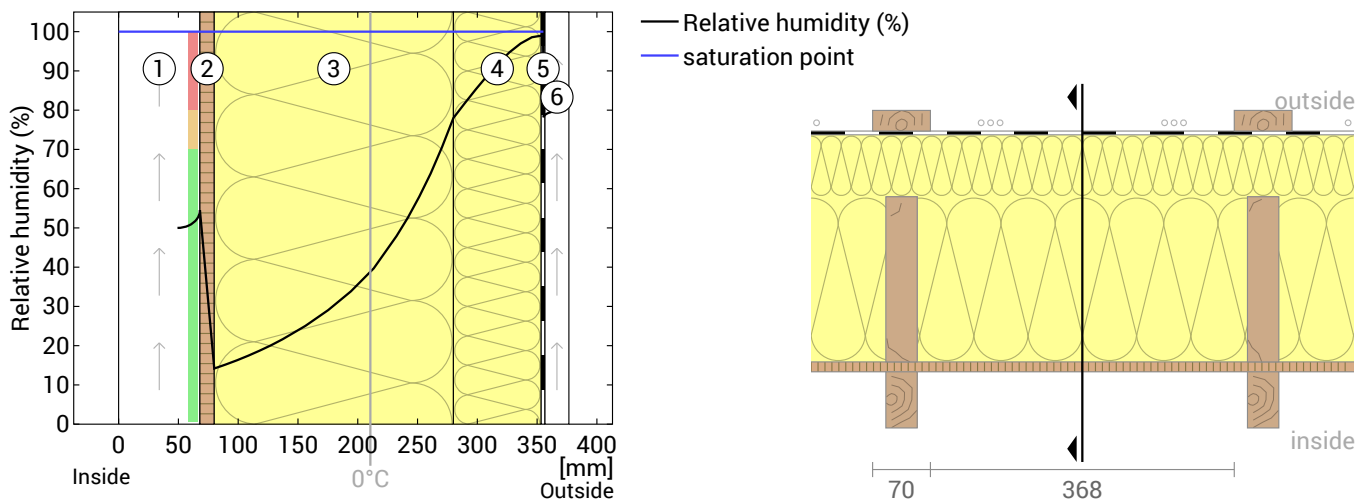
This component is free of condensate under the given climate conditions.

#	Material	sd-value [m]	Condensate		Weight [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
2	1,2 cm OSB	2,00	-	-	7,8
3	20 cm Hemp	0,20	-	-	6,6
	20 cm Spruce (8,7%)	4,00	-	-	7,8
4	7,5 cm Wood fiber insulation boards	0,23	-	-	12,0
5	0,05 cm Majvest 200	0,05	-	-	0,1
	37,55 cm Whole component	2,58	0		38,8

Humidity

The temperature of the inside surface is 17,6 °C leading to a relative humidity on the surface of 58%. Mould formation is not expected under these conditions.

The following figure shows the relative humidity inside the component.

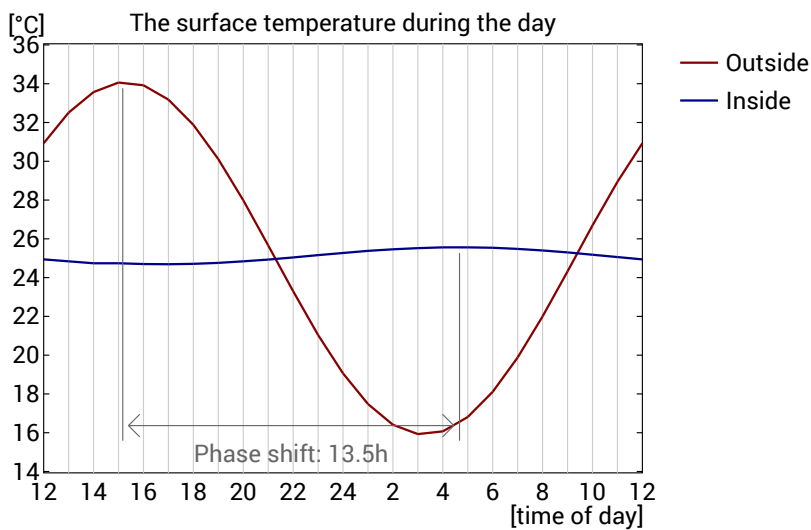
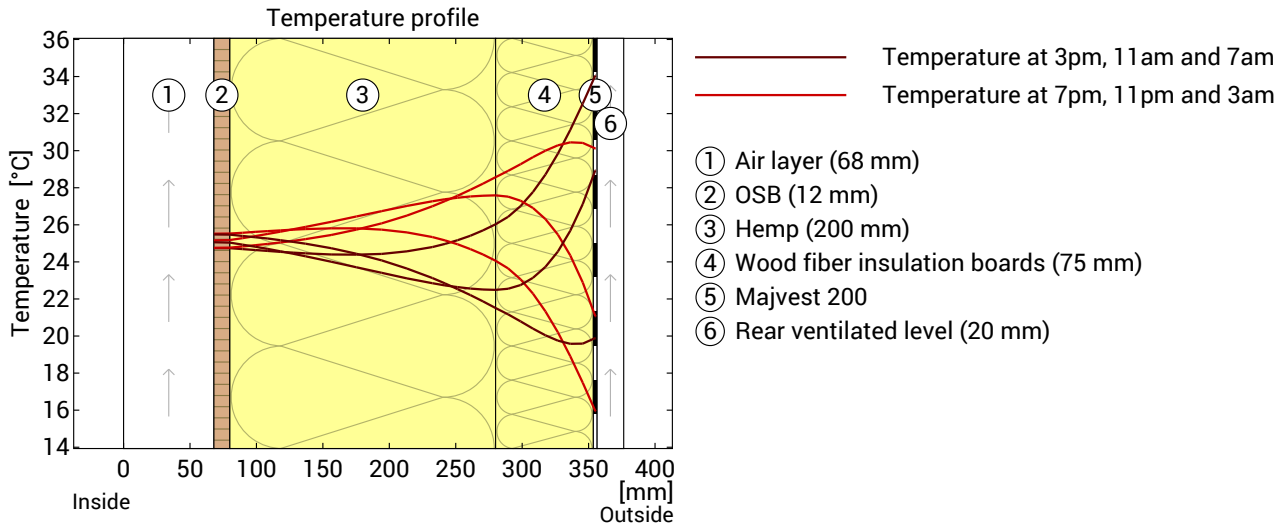


- ① Air layer (68 mm)
- ② OSB (12 mm)
- ③ Hemp (200 mm)
- ④ Wood fiber insulation boards (75 mm)
- ⑤ Majvest 200
- ⑥ Rear ventilated level (20 mm)

Notes: Calculation using the Ubakus 2D-FE method. Convection and the capillarity of the building materials were not considered. The drying time may take longer under unfavorable conditions (shading, damp / cool summers) than calculated here.

Heat protection

The following results are properties of the tested component alone and do not make any statement about the heat protection of the entire room:



Top: Temperature profile within the component at different times. From top to bottom, brown lines: at 3 pm, 11 am and 7 am and red lines at 7 pm, 11 pm and 3 am.

Bottom: Temperature on the outer (red) and inner (blue) surface in the course of a day. The arrows indicate the location of the temperature maximum values . The maximum of the inner surface temperature should preferably occur during the second half of the night.

Phase shift*	13,5 h	Heat storage capacity (whole component):	66 kJ/m²K
Amplitude attenuation **	20,7	Thermal capacity of inner layers:	34 kJ/m²K
TAV ***	0,048		

* The phase shift is the time in hours after which the temperature peak of the afternoon reaches the component interior.

** The amplitude attenuation describes the attenuation of the temperature wave when passing through the component. A value of 10 means that the temperature on the outside varies 10x stronger than on the inside, e.g. outside 15-35 °C, inside 24-26 °C.

*** The temperature amplitude ratio TAV is the reciprocal of the attenuation: TAV = 1 / amplitude attenuation

Note: The heat protection of a room is influenced by several factors, but essentially by the direct solar radiation through windows and the total amount of heat storage capacity (including floor, interior walls and furniture). A single component usually has only a very small influence on the heat protection of the room.

The calculations presented above have been created for a 1-dimensional cross-section of the component.

ANNEXE 5 - Rapport de GES Cecobois

Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la production de matériaux de structure d'une infrastructure

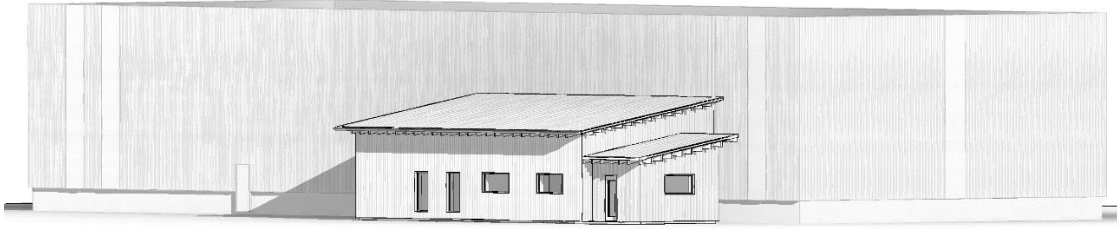


Photo transmise par : Fab Structures

Projet réalisé : Agrandissement de l'usine de préfabrication

Rapport produit dans le cadre du programme d'innovation en
construction bois

Client : Fab Structures

736 chemin Riverside

La Pêche (Québec), J0X 3G0

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, ing.

Approuvée par : Caroline Frenette, ing.

Date : 25 novembre 2024 (révision 1)

1 Contexte

Le programme d'innovation en construction bois (PICB) du ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) s'inscrit dans la mise en œuvre de la Politique d'intégration du bois dans la construction afin de favoriser la réalisation de projets qui ont pour but de transformer les pratiques de construction et de rénovation dans les secteurs non résidentiels et multifamiliaux. Le programme, financé dans le cadre du Plan pour une économie verte 2030 (PEV 2030), vise à soutenir la conception ou la construction de bâtiments ou d'ouvrages de génie civil en bois comportant une innovation ou démontrant des besoins d'efforts supplémentaires en raison de l'utilisation du matériau bois

Les objectifs du programme sont précisément les suivants :

- Réduire l'empreinte carbone des bâtiments par une utilisation accrue de matériaux en bois dans la construction des nouveaux bâtiments et ouvrages de génie civil au Québec;
- Accroître l'utilisation du matériau bois dans la construction des nouveaux bâtiments et ouvrages de génie civil ;
- Acquérir des connaissances en vue d'appuyer et d'accélérer l'évolution de la réglementation et des politiques publiques favorisant l'utilisation des produits du bois dans la construction de bâtiments et d'ouvrages de génie civil.

Le programme est composé de deux catégories où des projets peuvent être admis :

- Aide à la conception : Activités liées à un projet de conception de bâtiments ou d'ouvrages de génie civil en bois comportant une innovation ou nécessitant des efforts supplémentaires en raison de l'utilisation du matériau bois. Le projet de conception doit être lié à un projet concret au Québec et en processus de réalisation.
- Solutions innovantes pour les constructions en bois : Projets de construction de bâtiments ou d'ouvrages de génie civil en bois comportant une innovation jugée nécessaire, c'est-à-dire que le produit ou le procédé présente un avantage déterminant par rapport aux solutions sur le marché et par rapport au secteur d'activité à l'échelle provinciale. Le projet doit démontrer un risque technologique (ex. : demande de mesures équivalentes) et un potentiel de réduction des GES.

Tous les projets doivent faire l'objet d'une étude de quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) conforme aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 2 de la norme ISO 14064 indiquant les GES évités par rapport à un scénario de référence.

Fab Structures a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la production des matériaux de structure de **l'Aggrandissement de l'usine de préfabrication**. Basée les informations fournies par **Fab Structures**, l'évaluation GES a été finalisée à l'aide de l'outil GESTIMAT en date du 25 novembre 2024.

La vérification du rapport par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, reste la responsabilité de **Fab Structures**.

2 Objectifs

L'objectif de cette étude est de quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la production des matériaux de structure du projet réalisé, soit **l'agrandissement de l'usine de préfabrication**, en le comparant à un scénario de référence.

3 Méthodologie

La quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la production de matériaux de structure du bâtiment est réalisée en le comparant à un scénario de référence à l'aide d'une analyse GESTIMAT.

Cette analyse se réfère au **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication de matériaux de structure et d'enveloppe pour divers scénarios de bâtiments**, produit dans le cadre du PICB. Il a été élaboré initialement par GCM Consultants inc. en 2018, et a été adapté par la suite par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) en 2021 et par le MRNF en 2024.

3.1 GESTIMAT

Développé par Cecobois dans le cadre de la Charte du bois et financé par le Fonds vert, GESTIMAT est un outil d'estimation des émissions de GES lié à la production des matériaux de structure qui permet de comparer les émissions de GES de différents scénarios de bâtiment dans un contexte québécois.

GESTIMAT quantifie les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure d'un bâtiment en multipliant les quantités de matériaux par un facteur d'émissions de GES spécifique à chaque matériau. Ces facteurs d'émissions de GES des matériaux ont été développés en collaboration avec le Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG), affilié à l'école Polytechnique de l'Université de Montréal.

La modélisation des scénarios peut être faite en utilisant l'estimation de quantités de matériaux à l'aide de bâtiments types ou en entrant directement les quantités de matériaux spécifiques à un projet donné.

Dans le cadre du programme d'innovation en construction bois, les quantités de matériaux du projet réalisé et du scénario de référence doivent être développées selon le **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication de matériaux de structure et d'enveloppe pour divers scénarios de bâtiments**. Ces données ont été fournies à Cecobois par **Fab Structures**.

3.2 Limitations de l'analyse GESTIMAT

GESTIMAT permet de quantifier, d'analyser et de comparer les émissions de GES dues à la production des matériaux (du berceau à la porte de l'usine, c'est-à-dire fabriqué et prêt pour l'expédition) de différents scénarios comparables de structure de bâtiment.

Les émissions de GES sont quantifiées en multipliant les quantités de matériaux aux facteurs d'émissions de GES propres à chacun de ces matériaux. Ces facteurs d'émissions de GES, fournis par le CIRAIG, sont tirés de ses bases de données d'inventaire de cycle de vie. Les émissions de GES liées aux étapes du cycle de vie du bâtiment autre que celle de production, telles que le pré-usinage en préfabrication, la construction, l'exploitation, le transport des matériaux et la fin de vie, ne font pas partie de la portée de l'outil.

3.3 Projet réalisé – Agrandissement de l'usine de préfabrication

Situé à Ripon en Outaouais, le projet est un agrandissement de l'usine de préfabrication de Fab Structures. L'agrandissement est un bâtiment rectangulaire d'un étage hébergeant des espaces de bureaux, une salle à manger et une salle de conférence. Le projet a une superficie au sol de 140 m².

Le système de toiture du projet réalisé est composé de fermes de toit en bois lamellé-collé (BLC) recouvert d'une dalle en bois lamellé-croisé (CLT). Un contreplaqué est utilisé au périmètre de la toiture afin de recouvrir l'extrémité des fermes de toit. La structure de la toiture est supportée par des murs extérieurs porteurs en ossature légère en bois (OLB) utilisant des montants en 2x8 recouverts de panneaux OSB.

La présente évaluation inclut les fondations en béton armé, la structure des murs extérieurs porteurs et la structure de la toiture. Les murs intérieurs non porteurs ont été exclus de l'évaluation puisqu'ils sont considérés identiques pour les deux scénarios évalués.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé ont été entrées dans GESTIMAT selon les données fournies par **Fab Structures** (Annexe 1).

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence est un agrandissement du bâtiment utilisant une structure en acier. Pour assurer la comparabilité des deux scénarios, le scénario de référence a été modélisé avec les mêmes charges, dimensions et détails de forme que ceux du projet réalisé.

Le système de toiture du scénario de référence est composé de poutrelles ajourées en acier recouvert d'un pontage métallique. La structure de la toiture est supportée par des poutres et colonnes en acier. Les murs extérieurs non porteurs sont en ossature légère en acier recouverts d'un panneau de gypse renforcé aux fibres de verre (ex : Densglass).

Tout comme le projet réalisé, le scénario de référence inclut les fondations en béton armé, la structure des murs extérieurs et la structure de la toiture. Les murs intérieurs non

porteurs ont été exclus de l'évaluation puisqu'ils sont considérés identiques pour les deux scénarios évalués.

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence ont été entrées dans GESTIMAT selon les données fournies par **Fab Structures** (Annexe 2).

3.5 Rôles et responsabilités

Dans la cadre du programme d'innovation en construction bois, Cecobois a été mandaté par **Fab Structures** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du projet réalisé, soit **l'Aggrandissement de l'usine de préfabrication**, en le comparant à un scénario de référence.

Cette analyse se réfère au **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication de matériaux de structure et d'enveloppe pour divers scénarios de bâtiments**, produit dans le cadre du PICB. Il a été élaboré initialement par GCM Consultants inc. en 2018, et a été adapté par la suite par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) en 2021 et par le MRNF en 2024.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par **Fab Structures**. La qualité, l'exactitude et la conformité à ISO 14064-2 de ces données demeurent la responsabilité de l'entreprise qui les a fournies, et n'ont pas été validées par Cecobois.

La vérification du rapport d'analyse par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, reste également la responsabilité de **Fab Structures**.

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé – Agrandissement de l’usine de préfabrication

Les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 13 188 kg éq. CO₂, soit 94 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l’annexe 2.

65 % des émissions de GES du projet sont associées aux matériaux composant les fondations, soit 8 532 kg éq. CO₂. Les fermes de toit en BLC recouvert d’une dalle en CLT sont responsables de 30 % des émissions de GES, soit 4 035 kg éq. CO₂, tandis que la structure des murs extérieurs en OLB est responsable de 5 % des émissions de GES, soit 621 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 57 % sont attribuables au béton des fondations, 24 % sont attribuables au bois de la toiture et des murs extérieurs et 19 % sont attribuables à l’acier des armatures des fondations et des assemblages pour le bois des éléments structuraux (figure 1).

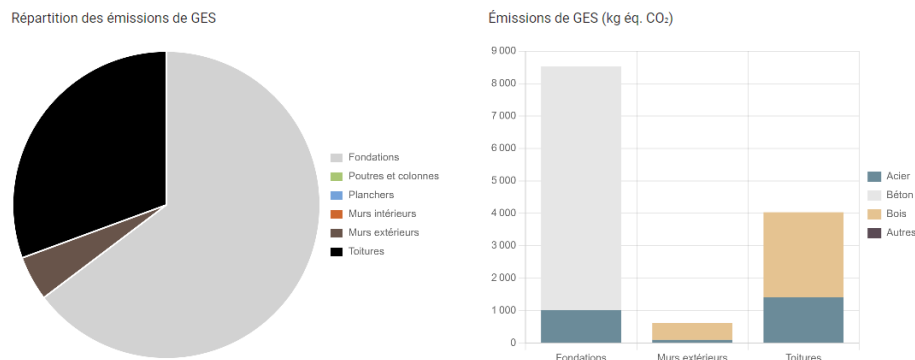


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 31 580 kg éq. CO₂, soit 226 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l’annexe 2.

27 % des émissions de GES du projet sont associées aux matériaux des fondations, soit 8 532 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes en acier supportant la toiture sont responsables de 8 % des émissions de GES, soit 2 555 kg éq. CO₂. Les poutrelles ajourées en acier recouvert d’un pontage métallique sont responsables de 54 % des émissions de GES, soit 16 922 kg éq. CO₂, tandis que la structure des murs extérieurs non porteurs en OLA est responsable de 11 % des émissions de GES, soit 3 571 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 24 % sont attribuables au béton des fondations, 74 % sont attribuables à l'acier des poutres et colonnes, de la toiture et des murs extérieurs et 2 % sont attribuables au panneau de gypse renforcé aux fibres de verre des murs recouvrant les murs extérieurs non porteurs (figure 2).

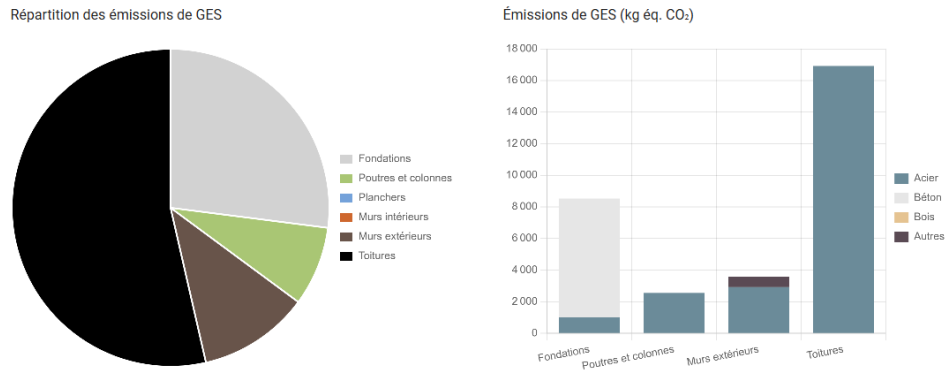


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé amène une réduction des émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure de 18 392 kg éq. CO₂, qui représente une réduction de 132 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une réduction de 58 % par rapport au scénario de référence. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5.

La différence entre les scénarios est attribuable principalement au type de structure utilisé, soit une structure mixte BLC, CLT et OLB pour le projet réalisé comparativement à une structure en acier pour le scénario de référence. En effet, dans le projet réalisé, la structure du toit est composée de fermes de toit en BLC recouvert d'une dalle en CLT comparativement à une structure conventionnelle poteaux-poutres en acier pour le scénario de référence.

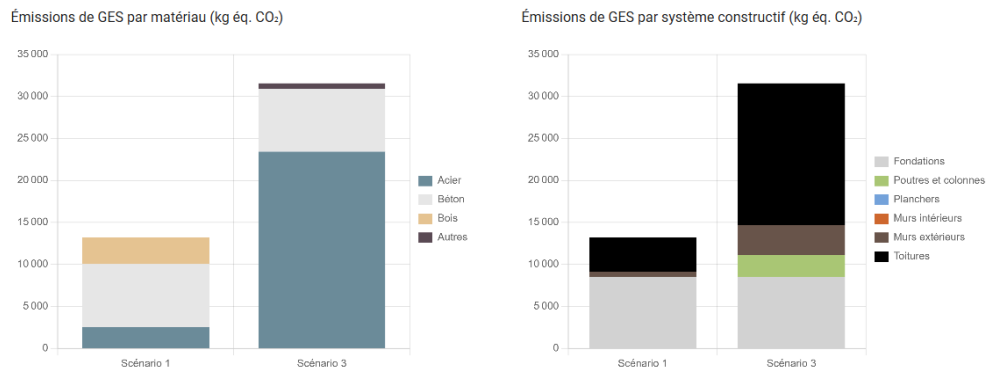


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusion

Dans le cadre du programme d'innovation en construction bois du MRNF, Cecobois a été mandaté par **Fab Structures** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la production des matériaux de structure du projet réalisé, **l'Aggrandissement de l'usine de préfabrication**, en le comparant à un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé, ainsi que pour le scénario de référence, ont été fournies par **Fab Structures**. La responsabilité de la qualité, de l'exactitude et de la conformité au **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication de matériaux de structure et d'enveloppe pour divers scénarios de bâtiments** des données appartient exclusivement à l'entreprise qui les a fournies.

La quantification des émissions de GES a été réalisée à l'aide d'une analyse GESTIMAT, complétée le 25 novembre 2024, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies.

Les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 13 188 kg éq. CO₂, soit 94 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, alors que les émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 31 580 kg éq. CO₂, soit 226 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

Selon ces données, le projet réalisé entraîne **une réduction des émissions de GES attribuables à la production des matériaux de structure de 18 392 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 132 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

La vérification du rapport d'analyse par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, demeure la responsabilité de **Fab Structures**.

Annexe 1

Quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 25 MPa	27.50	m ³	Modèle 3D	
Béton 35 MPa	0.40	m ³	Modèle 3D	
Barres d'armature	0.80	t	Modèle 3D	
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
AJOUTER				
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
BLC	7.75	m ³	Modèle 3D	
CLT	22.70	m ³	Modèle 3D	
Contreplaqué	0.03	m ³	Modèle 3D	Seulement du contreplaqué sur le périmètre du toit pour le projet de construction (2 pieds).
PSL	0.40	m ³	Modèle 3D	
Vis, écrous et boulons	453.27	kg	Note de calculs	Vis 1.5 (1500) & Vis structural (estimé 45 KG)
AJOUTER				
Murs extérieurs				
OSB	2.00	m ³	Modèle 3D	
Bois d'œuvre	3.30	m ³	Modèle 3D	
Clous	46.76	kg	Note de calculs	Clous 3 ¼ + Clous 2 3/8
Vis, écrous et boulons	0.70	kg	Note de calculs	Les murs extérieurs seront construits en usine => vis nécessaire
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 2

Quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 25 MPa	27.50	m ³	Modèle 3D	
Béton 35 MPa	0.40	m ³	Modèle 3D	
Barres d'armature	0.80	t	Modèle 3D	
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
HSS	0.64	tonne	Note de calculs	Colonnes ponctuelles soutenant les poutres pour la structure du toit. (25lbs par pied, assumant 58 pi. Lin.)
WWF	0.80	tonne	Note de calculs	poutres d'acier, 35lbs par pied assumant 50 pi. lin.
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
Poutrelles d'acier ajourées	4.68	tonne	Note de calculs	Les poutrelles de toit couvrent 9.75mètres (incluant les overhang), 32 unités. pour un total pour la longueur des fermes de 312m, assumant 32lbs par m. lin.
Plaques d'acier épaisses	90.00	kg	Note de calculs	Plaques d'acier entre chaque élément structurel: base plate, top plate, end plates, etc. Assumant 30 plaques @ 3kg chaque
Pontage en acier	1.98	tonne	Note de calculs	
Vis, écrous et boulons	36.00	kg	Note de calculs	Hypothese: selon 30 connexions standard (4 boulons et 4 écrous par connexion)
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Autres	2944.000	kg	Note de calculs	Panneau de contreventement en fibre de verre. Le poids d'un panneau fait 32kg, et 275m2 de surface équivaut à ~92 panneaux.
Montant métallique	1.120	tonne	Note de calculs	Montants métallique ossature légère (1.8 lbs par pi. Lin.) approx 1400 pi. Lin de montants
Vis, écrous et boulons	45.359	kg	Note de calculs	Clous, vis ou autre pour l'assemblage des murs
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.660	tonne	Note de calculs	1650 pi. Lin. De forrence, 0.75lbs par pi. Lin. Support du revêtement ext. => à exclure de l'évaluation GES
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

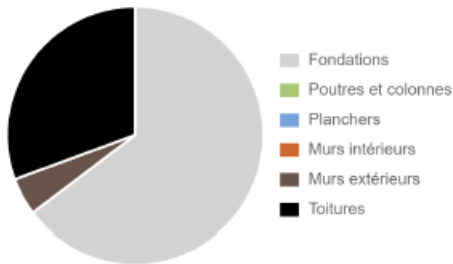
Rapport GESTIMAT – Projet réalisé

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)

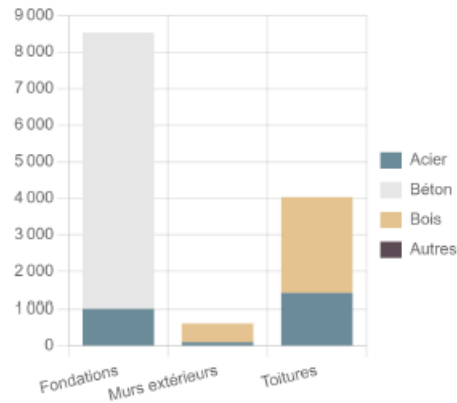
Scénario : Projet réalisé

Nom du projet : PICB_Agrandissement Usine préfabrication_Fab Stru...
 Numéro du projet : n/s
 Type de projet : Saisie détaillée
 Description : -

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Acier	Béton	Bois	Autres	Total	%
Fondations	1 014	7 518	0	0	8 532	64,7 %
Poutres et colonnes	0	0	0	0	0	0 %
Planchers	0	0	0	0	0	0 %
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0 %
Murs extérieurs	103	0	518	0	621	4,7 %
Toitures	1 409	0	2 626	0	4 035	30,6 %
Total	2 526	7 518	3 144	0	13 188	100 %
GES par m ²	18	54	22	0	94	

Superficie totale de plancher: 140 m²



Date de modification: 2024-09-03 16 h 12 min 09 s
 Date de génération: 2024-09-06 10 h 41 min 47 s

Annexe 4

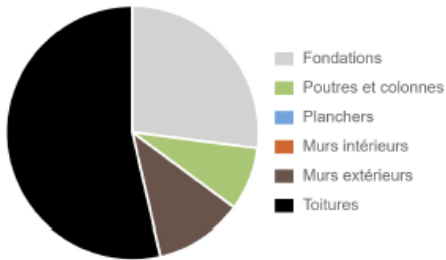
Rapport GESTIMAT – Scénario de référence

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)

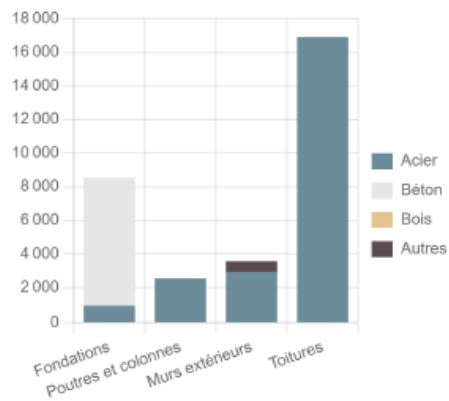
Scénario : Référence

Nom du projet : PICB_Agrandissement Usine préfabrication_Fab Stru...
 Numéro du projet : n/s
 Type de projet : Saisie détaillée
 Description : -

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Acier	Béton	Bois	Autres	Total	%
Fondations	1 014	7 518	0	0	8 532	27 %
Poutres et colonnes	2 555	0	0	0	2 555	8,1 %
Planchers	0	0	0	0	0	0 %
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0 %
Murs extérieurs	2 932	0	0	639	3 571	11,3 %
Toitures	16 922	0	0	0	16 922	53,6 %
Total	23 424	7 518	0	639	31 580	100 %
GES par m²	167	54	0	5	226	

Superficie totale de plancher: 140 m²



Date de modification: 2024-11-22 08 h 15 min 11 s
 Date de génération: 2024-11-25 11 h 44 min 55 s

Annexe 5

Rapport GESTIMAT – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Informations du projet			
Nom du projet	PICB_Agrandissement Usine préfabrication_Fab Structures	Type de projet	Agrandissement
Numéro du projet	n/s	Type de bâtiment	Autres
Catalogue	Québec	Nombre d'étages	1
Emplacement	-	Superficie totale (m ²)	140
Année prévue	2024	Superficie au sol (m ²)	140
Budget prévu	n/s	Version de l'analyse	-
Description :	-		

Scénarios analysés			
	Nom	GES totales (kg éq. CO ₂)	Description
Scénario 1	Projet réalisé	13 188	
Scénario 3	Référence	31 580	

Scénario retenu			
	Numéro	Type de structure	Émissions GES (kg éq. CO ₂)
Scénario de référence	3	Acier	31 580
Scénario retenu	1	Gros bois d'œuvre (GBO) et bois lamellé-collé (BLC)	13 188

Émissions de GES évitées: 18 392



Date de modification: 2024-11-22 08 h 15 min 11 s
Date de génération: 2024-11-25 11 h 45 min 22 s

Comparabilité des scénarios

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Saisie inclue bâtiment (s) type(s)		Non	Non	Non
Nombre d'éléments modélisés		3	3	5
Fondations	m ³ béton armé	27,5	27,5	27,5
	tonne acier	0,8	0,8	0,8
Poutres et colonnes	tonne acier			1,4
Murs extérieurs	m ² de murs			1
Toitures	m ² de toitures			1

Superficie totale de plancher: 140 m²

Superficie au sol: 140 m²

Validation des scénarios

	Scénario complété	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	Oui	-
Scénario 2	Non	-
Scénario 3	Oui	-

Comparaison des scénarios

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Scénario 1	Scénario 3
Nom	Projet réalisé	Référence
Type de structure	GBO et BLC	Acier
Saisie inclue bâtiment (s) type (s)	Non	Non
<u>Par matériau</u>		
■ Acier	2 526	23 424
■ Béton	7 518	7 518
■ Bois	3 144	0
■ Autres	0	639
<u>Par système constructif</u>		
■ Fondations	8 532	8 532
■ Poutres et colonnes	0	2 555
■ Planchers	0	0
■ Murs intérieurs	0	0
■ Murs extérieurs	621	3 571
■ Toitures	4 035	16 922
<u>GES totales</u>		
Total	13 188	31 580
GES par m²	94	226
<u>Choix des scénarios</u>		
Scénario de référence		X
Scénario retenu	X	
Émissions de GES évitées	18 392	-
% de réduction	58,2	-

Superficie totale de plancher: 140 m²

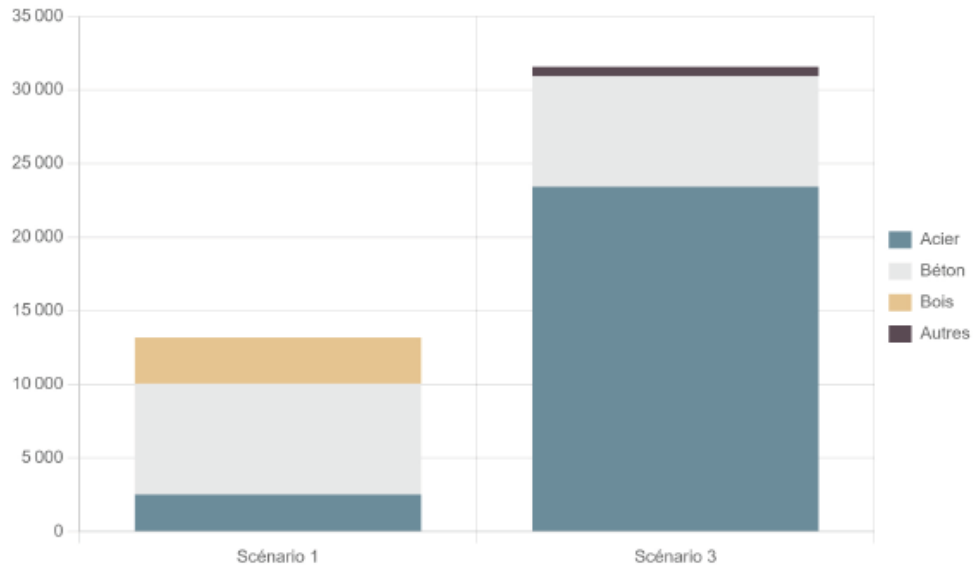


Date de modification: 2024-11-22 08 h 15 min 11 s

Date de génération: 2024-11-25 11 h 45 min 22 s

Comparaison des scénarios

Émissions de GES par matériau (kg éq. CO₂)



Émissions de GES par système constructif (kg éq. CO₂)

