

Rapport de projet GES

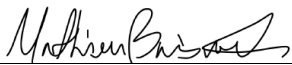
Agrandissement d'usine préfabrication

Réalisé par

Spike fab

Dans le cadre du programme d'innovation en construction bois

3 novembre 2024



Mathieu Boisvert

Fab Structures

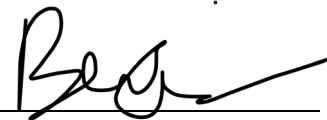
Responsable du projet
GES



Sophie Abboud

Fab Structures

Responsable administratif de
l'aide financière



Ben Chicoine

Fab Structures

Bénéficiaire de subvention

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme d'innovation en construction bois (Programme). Le ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF), ainsi que le Plan pour une Économie Verte 2030 (PEV) ne sont pas responsables du contenu de ce document.

Chacune des sections de ce rapport est expliquée dans le *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* (Protocole).

Table des matières

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Projet GES | 4 |
| 1.1 | Parties prenantes du Projet GES..... | 4 |
| 1.2 | Titre et lieu de réalisation du projet de construction..... | 5 |
| 1.3 | Description du projet de construction..... | 5 |
| 1.4 | Description et justification du scénario de référence..... | 6 |
| 1.5 | Données du projet GES..... | 8 |
| 2. | Quantification des émissions de GES | 9 |
| 3. | Annexes | 11 |

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention

Fab Structures

91 ch Montpellier
Ripon QC, J0V1V0
www.fabstructures.ca

- Responsable administratif de l'aide financière

Sophie Abboud
Directrice des opérations
Fab Structures

- Responsable – Rapport du projet GES :

Sophie Abboud
Directrice de opérations
Fab Structures

- Responsable des estimations de quantités de matériaux (ingénieur ou architecte seulement)

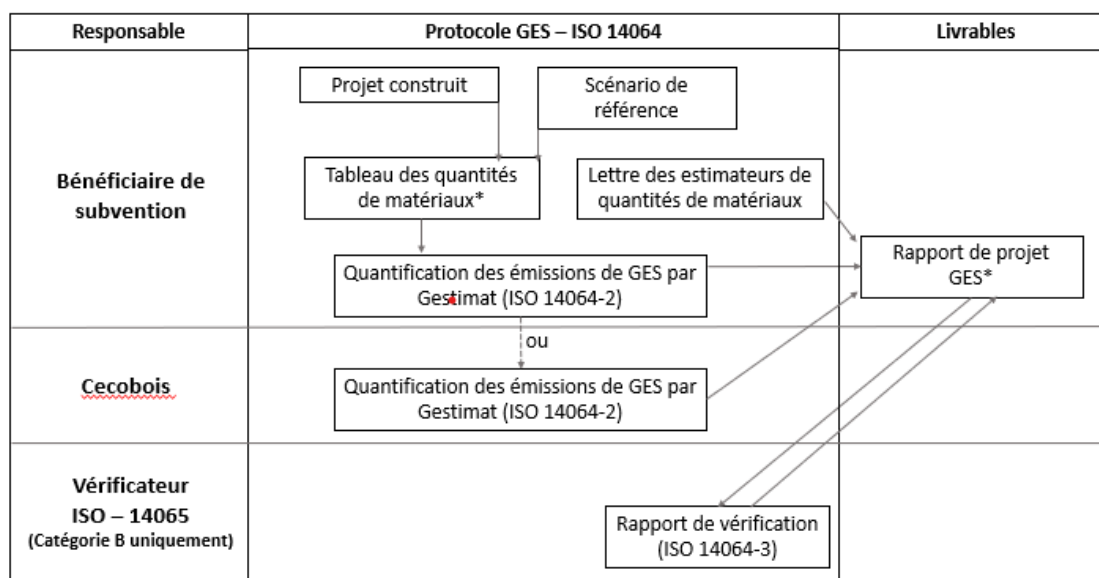
| Projet Construit | |
|-------------------------|------------------------------------|
| Structure | Sean Kennedy, Aspect Ingénierie |
| Architecture | Sally Vandrish, Spike Architecture |

| Scénario de référence | |
|------------------------------|------------------------------------|
| Structure | Sean Kennedy, Aspect Ingénierie |
| Architecture | Sally Vandrish, Spike Architecture |

- Responsable de la quantification des émissions de GES

Mathieu Boisvert, Fab Structures et Sally Vandrish, Spike Studio Architecture

La quantification des émissions a été réalisée à l'aide de GESTIMAT 2.0 conformément aux directives du Protocole¹.



*Gabarits fournis par le MRNF

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Nom du bâtiment | Agrandissement usine préfabrication |
| Adresse | 90 ch Montpellier, Ripon, J0V1VA |

1.3 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 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. 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.

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 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.

¹ Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiment de CECOBOIS, Révision 02

L'innovation de cette construction se trouve dans l'utilisation d'un système de construction qui offre une structure et une enveloppe complètement en bois dans un contexte « industrielle ». En utilisant une approche hybride en combinant le bois massif pour le toit et les murs intérieurs (non-porteurs) ainsi que des murs extérieurs en ossature légère structurel nous réduisons significativement les émissions de GES pour ces éléments comparativement au scénario de référence.

Le système de murs extérieurs 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. Les murs intérieurs sont en bois lamellée croisé (CLT) et le toit est composé de fermes de toit en bois lamellé-collé, des panneaux CLT 5 plie et un isolant en panneaux de fibre de bois. Nous avons voulu explorer l'utilisation d'isolation en panneaux de fibre de bois (un matériel difficile à retrouver au Canada) pour le toit et de l'isolation en laine de chanvre pour les cavités intérieur et en panneaux de fibres de bois pour l'isolation extérieur.

La figure 1 représente la réduction des émissions de GES pour ces éléments du projet comparativement a une structure conventionnelle de poteaux-poutres en acier pour des projets classifiés « industrielle ».

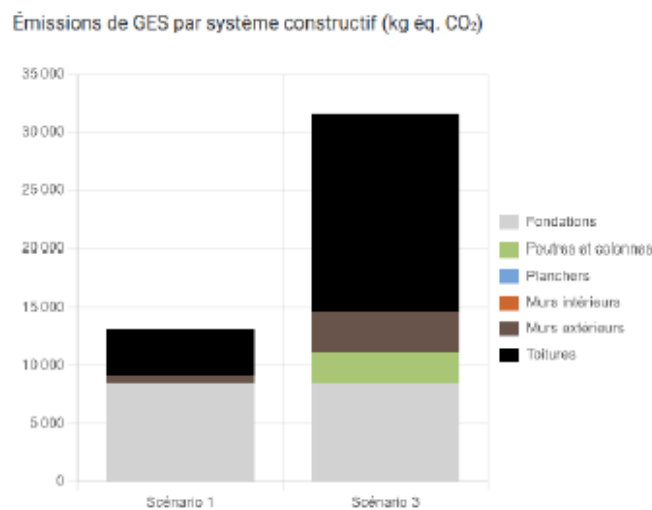


Figure 1: Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

1.4 Description et justification du scénario de référence

Ce projet se classe dans le groupe F-2 soit industriel à risque moyen. Selon le code de construction du Québec pour ce type de bâtiment, la réglementation indique que les éléments structuraux peuvent être de construction combustible ou incombustible. Très peu de limite réglementaire sont imposés.

faut respecter une résistance au feu de 45min. Cependant, les systèmes de construction couramment utilisés dans ce type de catégorie de bâtiments sont :

1. Structures en acier :
 - a. Ossature poteaux-poutres en acier, souvent avec des fermes pour soutenir la toiture.
 - b. Panneaux de revêtement métalliques pour les murs extérieurs et la toiture.
2. Structures hybrides béton/acier :
 - a. Combinaison d'éléments en acier (poteaux, poutres) et de planchers en béton armé ou préfabriqué.
3. Structures en béton préfabriqué
 - a. Utilisation de panneaux et d'éléments structuraux préfabriqués en béton armé.
 - b. Convient bien aux bâtiments nécessitant des compartiments coupe-feu étanches.

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 ne sont pas des éléments structurels pour les deux scénarios évalués.

| Obstacles | Option 1 Projet de construction (projet GES) | Option 2 Scénario de référence |
|---------------|--|-----------------------------------|
| Réglementaire | Limites de portée et de hauteur. Exigences strictes en matière de protection contre le feu. | Aucun obstacle |

| Obstacles | Option 1 Projet de construction (projet GES) | Option 2 Scénario de référence |
|------------------------------------|---|---|
| Pratique courante | Moins fréquentes | Courant, aucun obstacle |
| Financier | Honoraires supplémentaires pour la structure en bois massif. Économie au niveau de l'installation vue que les éléments peuvent être « préfabriqué » et assemble rapidement. | Aucun surcout de structure |
| Technologique | Aucun obstacle | Aucun obstacle |
| Ressources humaines | Main d'œuvre qualifié pour une structure de toit en bois massif tant au niveau de fabrication qu'au niveau planification conceptuel et modélisation | Aucun obstacle |
| Infrastructure | Aucun obstacle | Aucun obstacle |
| Culturel, géographique, climatique | Perception généralement positive du public, contribue à réduire les émissions de GES, offre une meilleure résistance thermique | Conductivité thermique élevée (nécessite un bon isolant). |
| Marché | Nombres de fournisseurs canadiens limité. Nombre de ingénieurs spécialisé en bois massif limité. | Aucun obstacle |
| Institution, perception du public | Programme de subvention disponible et grandissant, cependant il existe encore des perceptions que les matériaux sont moins résistant au feu et à l'eau | Vulnérabilité à la corrosion si l'acier n'est pas bien protégé. |

1.5 Données du projet GES

Le calcul des quantités de matériaux de structure a été effectué par le technologue en architecture, Mathieu Boisvert et ont été approuvé et révisé par l'architecte du projet, Sally Vandrish. Ils sont présentés dans le tableau présenté en annexe.

Le volume total (m³) de bois utilisé dans le projet dans le tableau suivant :

| |
|--|
| VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET |
| (m ³) |
| 36.18 |

2. Quantification des émissions de GES

Le tableau suivant présente les résultats des émissions de GES tel qu'évalué avec l'outil GESTIMAT 2.0.

| ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE | ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT | RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES |
|---|--|--|
| (kg éq. CO ₂) | (kg éq. CO ₂) | (kg éq. CO ₂) |
| 13 188 | 31 580 | 18 392 |

La différence entre les scénarios réside principalement dans le type de structure employé. Le projet réalisé utilise une structure hybride combinant du bois lamellé-collé (BLC), du bois lamellé-croisé (CLT) et de l'OSB, tandis que le scénario de référence repose sur une structure en acier. Plus précisément, dans le projet réalisé, la structure du toit est composée de fermes en BLC recouvertes d'une dalle en CLT, contrairement à la structure poteaux-poutres en acier utilisée dans le scénario de référence. Ce choix d'une structure hybride en bois a permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 18,3 tonnes par rapport à un scénario conventionnel en acier pour un bâtiment de ce type.

Le tableau suivant présente les résultats des coefficients d'émission par matériaux et systèmes de construction intégrés à Gestimat 2.0 et utilisé pour produire le rapport de GES.

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 m ² | 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

3. Annexes

| Annexe | Description |
|---------------|--|
| A | Tableau des quantités de matériaux |
| B | Lettre des estimateurs de quantités de matériaux |
| C | Rapports complets du Gestimat |

ANNEXE A – TABLEAU DES QUANTITES DE MATERIAUX

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 | m³ | Modèle 3D | |
| Béton 35 MPa | 0.40 | m³ | Modèle 3D | |
| Barres d'armature | 0.80 | t | Modèle 3D | |
| AJOUTER | | | | |
| Poutres et colonnes | | | | |
| AJOUTER | | | | |
| Planchers | | | | |
| AJOUTER | | | | |
| Toiture | | | | |
| BLC | 7.75 | m³ | Modèle 3D | |
| CLT | 22.70 | m³ | Modèle 3D | |
| Contreplaqué | 0.03 | m³ | Modèle 3D | Seulement du contreplaqué sur le périmètre du toit pour le projet de construction (2 pieds). |
| PSL | 0.40 | m³ | 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 | m³ | Modèle 3D | |
| Bois d'œuvre | 3.30 | m³ | 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 | | | | |

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 | m³ | Modèle 3D | |
| Béton 35 MPa | 0.40 | m³ | 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 B – LETTRES DES ESTIMATEURS DE QUANTITES DES MATERIAUX

fab

18 novembre 2024

Objet : Confirmation des calculs de matériaux pour le rapport PIBC

Madame, Monsieur,

Je vous confirme que la compilation des calculs de matériaux pour le rapport PIBC est exact. Vous trouverez les détails des matériaux calculés à l'Annexe 1 du rapport intitulé « *Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure d'une infrastructure* ».

Si vous souhaitez obtenir de plus amples informations, n'hésitez pas à me contacter.

Cordialement,



Sally Vandrish
Architect, OAA OAQ NAAD
SPIKE Studio

ANNEXE C – RAPPORT COMPLET GESTIMAT

.

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

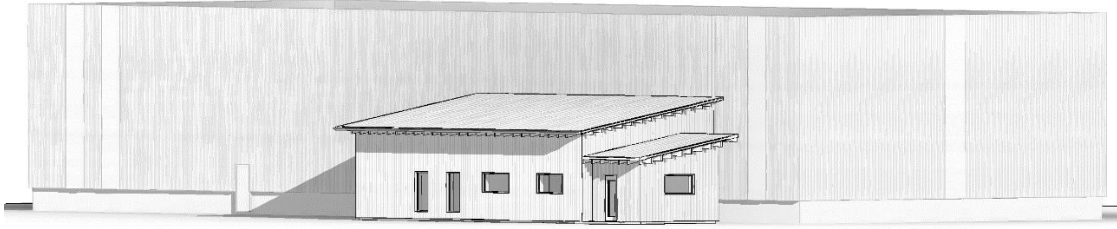


Photo transmise par : Fab Structures

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).

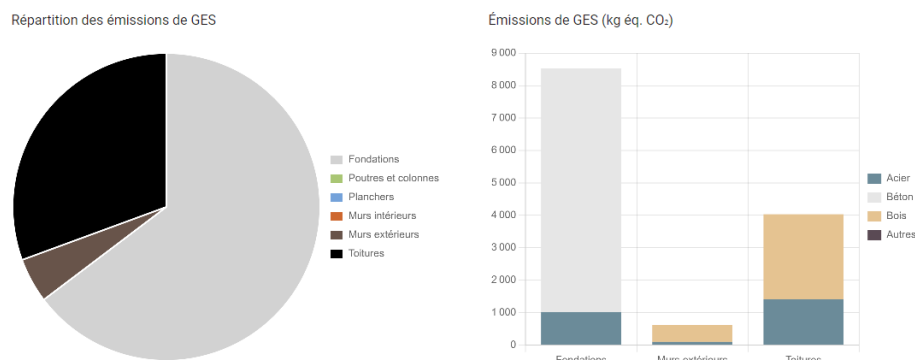


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

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).

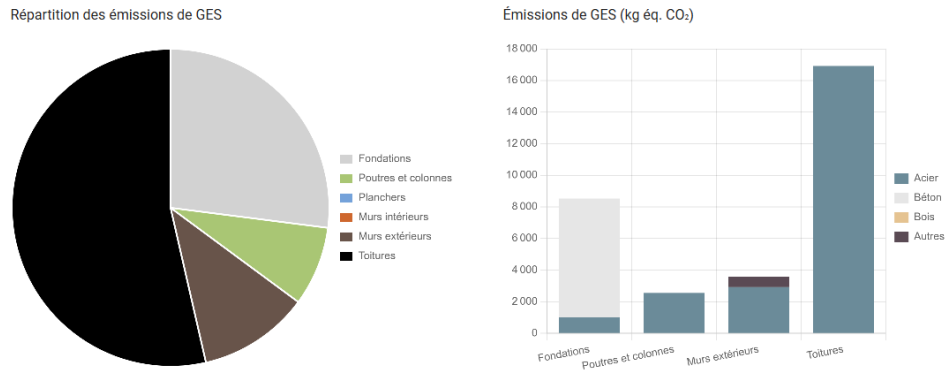


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

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.

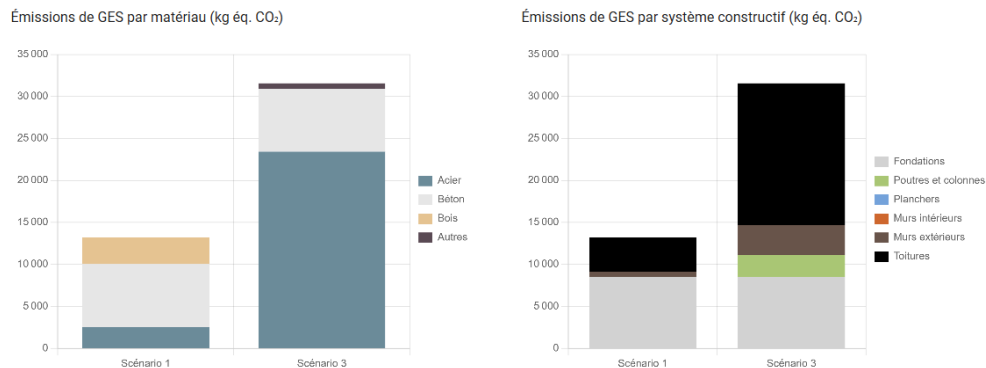


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

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

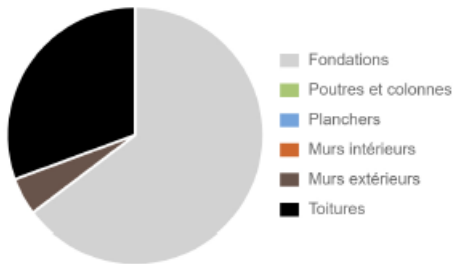
Rapport GESTIMAT – Projet réalisé

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

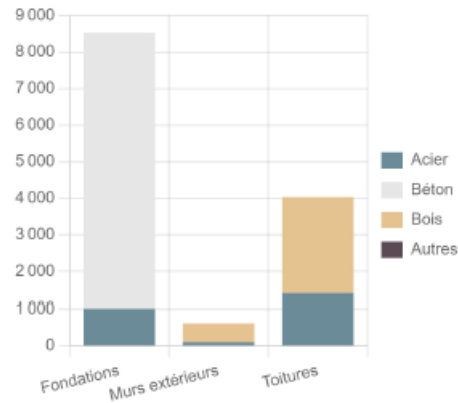
Scénario : Projet réalisé

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

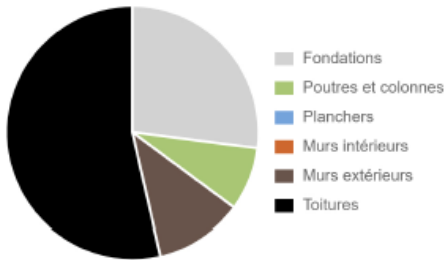
Rapport GESTIMAT – Scénario de référence

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

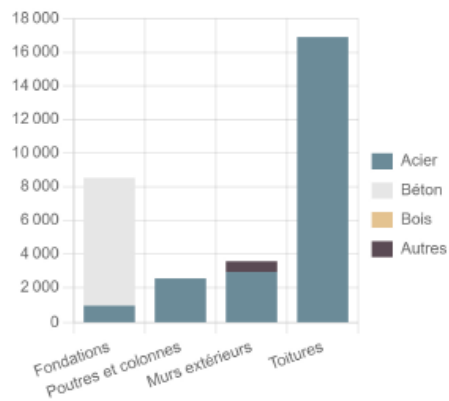
Scénario : Référence

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

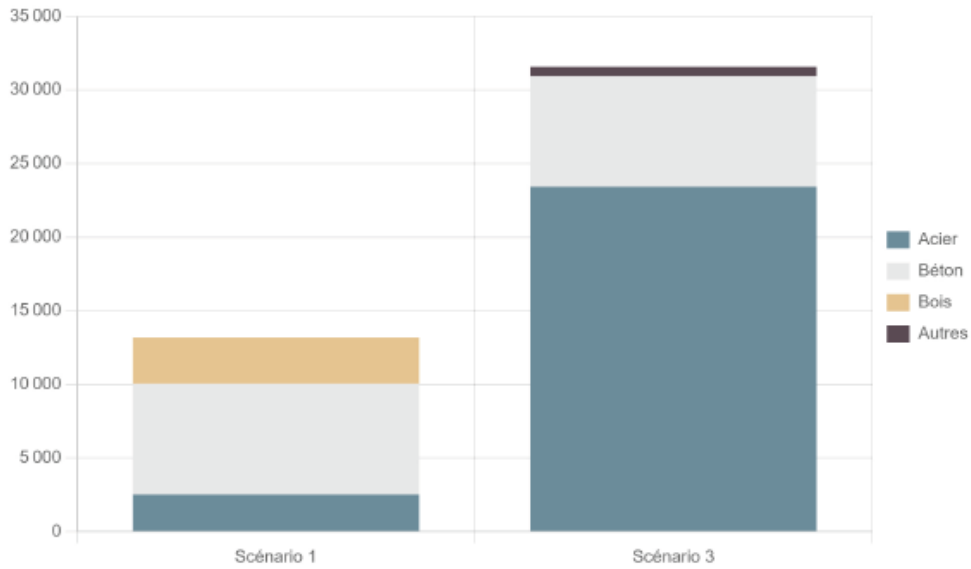


Date de modification: 2024-11-22 08 h 15 min 11 s

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)

