

Rapport de projet GES

Conception de la Bibliothèque Mont-Laurier

Réalisé par Anna Ciari, ing.,

Latéral Conseil Inc.

latéral.

Dans le cadre du Programme d'innovation en construction bois
Du ministère des forêts, de la faune et des Parcs

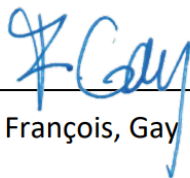
21 décembre 2023



Anna, Ciari

Latéral Conseil Inc.

Responsable du projet
GES



François, Gay

Ville de Mont-Laurier

Responsable administratif de
l'aide financière



François, Gay

Ville de Mont-Laurier

Bénéficiaire de
subvention

Table des matières

1. Projet GES	3
1.1 Parties prenantes du Projet GES	3
1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	3
1.3 Description du projet de construction.....	3
1.4 Description et justification du scénario de référence.....	4
1.5 Données du projet GES	6
2. Quantification des émissions de GES	7
3. Annexes	7

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : François Gay, Ville de Mont-Laurier
- Responsable administratif de l'aide financière : François Gay, Ville de Mont-Laurier
- Responsable – Rapport du projet GES : Anna Ciari, ing., Latéral conseil Inc.
- Responsable des estimations de quantités de matériaux (ingénieur ou architecte seulement) :
 - Projet proposé : Anna Ciari, ing., Latéral conseil Inc.
 - Scénario de référence : Alexandra Andronescu, ing., Latéral conseil Inc.
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Rosaline Larivière-Lajoie, Cecobois
- Responsable de la vérification du rapport de projet GES : N/A

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Nouvelle bibliothèque Mont-Laurier
- 385 Rue du Pont, Mont-Laurier (QC), J9L 2R5

1.3 Description du projet de construction

- Le bâtiment de deux étages est en forme rectangulaire, avec des retraits, aux dimensions d'approximativement 20m x 40m. Le toit est plat. La structure du plancher de l'étage et du toit constitue des poutres en lamellé-collé. Les colonnes sont des HSS en acier au rez-de-chaussée et à l'étage, leur espacement maximal est de 3.66m. La structure du bâtiment repose sur un radier de 400mm en béton armé. Le contreventement pour les charges latérales (vent et sismique) se fait par les murs en béton des deux cages d'escalier.

- La particularité de la structure du toit et du plancher de l'étage et l'ossature réciproque, qui se compose d'éléments de charpente en bois lamellé-collé qui se croisent et se soutiennent mutuellement. Les pièces de l'ossature sont généralement de taille modeste (longueur typique de 2.44m), ce qui facilite leur manipulation et leur installation. En travaillant avec des éléments de structure de taille unique, l'ossature réciproque est modulaire, ce qui signifie qu'elle peut être adaptée à différents types de bâtiments et de configurations. Dans cet esprit, les assemblages sont également uniformisés et conçus afin de faciliter l'installation des éléments sur place. Les modules de poutres peuvent être ajustés en taille et en orientation pour répondre aux besoins spécifiques de chaque projet. Les appuis (colonnes) peuvent être déplacés pour permettre une modularité aux aménagements. Cela permet une grande flexibilité dans la conception et la mise en œuvre de l'ossature. Enfin, l'ossature réciproque est efficace sur le plan structurel. Les poutres se croisent et s'assemblent l'une à l'autre pour former un grillage de plancher bidirectionnel qui répartit les charges uniformément sur l'ensemble de la structure.

1.4 Description et justification du scénario de référence

Afin d'assurer la comparabilité du scénario de référence modélisé pour un projet donné, les points suivants doivent être similaires :

- la géométrie du bâtiment, la superficie de plancher totale et le nombre d'étages;
- la hauteur libre nette équivalente pour tous les scénarios. Par contre, la hauteur entre les étages, qui dépend de l'espace nécessaire pour la mécanique du bâtiment et de la hauteur des éléments structuraux du plancher, peut varier en fonction des types de matériaux utilisés pour la structure;
- les fonctionnalités offertes par les systèmes constructifs.

Suivant la méthodologie du test des barrières, le scénario de référence sera un bâtiment construit en béton et acier sur un radier en béton armé constituant :

- d'un radier en béton armé, épaisseur 500mm
- des murs de contreventement en béton
- des colonnes de béton au rez-de-chaussée et d'acier à l'étage
- d'une dalle structurale de 325mm épaisseur à l'étage
- d'un toit en pontage métallique sur poutrelles / poutres en acier

La démarche du test de barrières est présentée au Tableau 1

Le tableau suivant montre les différences pour les 6 systèmes constructifs :

Système	Projet de construction	Scénario de référence
Fondations	Radier en béton armé, 400mm	Radier en béton armé, 500mm
Poutres et colonnes	Bois lamellé-collé	Colonnes en béton (RDC) et acier (étage)
Plancher	Contreplaqué 28mm + chape de béton 100mm	Dalle structurale béton 325mm
Toiture	Contreplaqué 28mm	Pontage métallique sur poutrelles / poutres
Murs extérieurs	Non porteur	Non porteur
Murs intérieurs	Béton armé (cages escalier)	Béton armé (cages escalier)

Tableau 1 : Test des barrières pour la justification du scénario de référence

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence Structure en béton / acier
Règlementaire	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Pratique courante	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Financier	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Technologique	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Ressources humaines	Obstacle mineur : nombre d'assemblages élevé par rapport aux constructions de bois standard	Aucun obstacle
Infrastructure	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Culturel, géographique, climatique	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Marché	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Institution, perception du public	Aucun obstacle	Obstacle mineur : Aspect visuel du matériau généralement moins apprécié, architecturalement moins intéressant

Par ailleurs, nous avons émis les hypothèses suivantes pour le projet GES et le scénario de référence :

- Même géométrie
- Même charge de neige

- Radier en béton armé : plus épais pour le projet de référence à cause du poids propre de la structure élevé en combinaison avec un espacement des colonnes plus grand par rapport au projet proposé.
- Murs de contreventement : Le tonnage de l'armature des murs est plus élevé pour le projet de référence que pour le projet proposé. La raison est le poids propre de la structure plus élevé et par conséquent, des efforts sismiques plus élevés.
- Les planchers surélevés au rez-de-chaussée sont les mêmes dans les deux scénarios. Par conséquence, ils n'ont pas été considérés dans aucun des deux scénarios.
- L'enveloppe du bâtiment est la même.

1.5 Données du projet GES

Les données servant à documenter les GES sont recueillies au tableau des quantités des matériaux présentées en annexe du rapport de « Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure d'un bâtiment » (Annexe 1). Les types et quantités de matériaux utilisés pour le projet GES sont déterminés suivant les plans et devis émis pour l'appel d'offres à date de 6 décembre 2023 et le modèle 3D Revit.

Les données du scénario de référence retenu sont obtenues à partir d'un dimensionnement préliminaire de la structure du bâtiment. La crédibilité des résultats obtenus avec Gestimat étant tributaire de la précision des quantités de matériaux estimées, une lettre rédigée par l'estimateur des matériaux certifiant que les estimations sur les quantités de matériaux respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence est présentée à l'annexe 1.

La structure du bâtiment (projet GES) comporte une portion importante de bois lamellé-collé. Le volume de bois pour les poutres s'élève à 120m³. Le volume total de bois dans le projet s'élève à 151 m³ (contreplaqué inclus).

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m ³)
151

2. Quantification des émissions de GES

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE (kg éq. CO ₂)	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT (kg éq. CO ₂)	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES (kg éq. CO ₂)
378,084	292,578	85,506

3. Annexes

1. Tableau des quantités de matériaux (.xls);
2. Lettre des estimateurs de quantités de matériaux;
3. Rapport complet du Gestimat : "Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure d'une infrastructure", par Cecobois, daté 20 décembre 2023

Annexe 1

Tableau quantités matériaux (original en xls)

- Description
- Collecte de données projet
- Collecte de données scénario de référence

INFORMATIONS SUR LE CLIENT

Nom du client :	Ville de Mont-Laurier
Adresse du client :	Service des travaux publics et de l'ingénierie 300, boulevard Albiny-Paquette Mont-Laurier (Québec), J9L 1J9
Adresse de facturation :	François Gay Service des travaux publics et de l'ingénierie 300, boulevard Albiny-Paquette Mont-Laurier (Québec), J9L 1J9

INFORMATIONS SUR LE PROJET

Nom du projet :	Bibliothèque de Mont-Laurier
No du projet (si il a lieu) :	
Municipalité :	Mont-Laurier [Laurentides (15)]
Année de construction :	2024
Budget :	10 Mio. \$
Type de projet :	Construction neuve
Type de bâtiment :	Bibliothèques, salles de spectacle, etc.
Nombre d'étages :	2
Superficie au sol (m²) :	655
Superficie totale de plancher (m²) :	1345 (terrasses inclus)
Description sommaire du bâtiment réalisé :	Le bâtiment de deux étages est en forme rectangulaire, avec des retraits, aux dimensions d'approximativement 20m x 40m. Le toit est plat.
Description de la structure du bâtiment :	La structure du plancher de l'étage et du toit est conçu en ossature reciproque, avec une trame de 4 pieds (1.22m). Les poutres sont du lamellé-collé, les colonnes des HSS en acier à maximale 3.66m d'espacement. Le plancher de l'étage constitue d'un contreplaqué de 28mm avec une chape structurale de 100mm par-dessus. Au niveau du toit, les poutres sont couvertes par un contreplaqué de 28mm. Le bâtiment repose sur un radier de 400mm d'épaisseur. Le contreventement se fait par les murs en béton des deux cages d'escalier.
Description du scénario de référence :	Le scenario de référence sera un bâtiment en béton (fondations et étage) et acier (toit).
Description de la structure du scénario de référence : (incluant une justification des hypothèses, s'il y a lieu)	La structure du scenario de référence comprend une structure en béton pour l'étage (dalle de béton de 325mm sur des colonnes de béton) et pour le toit une charpente en acier (pontage d'acier sur poutrelles, poutres et colonnes d'acier appuyées sur la structure de béton de l'étage) . Un radier de 500mm épaisseur transfèrera les charges au sol. Le choix d'une structure en béton à l'étage est basé sur les charges vives élevées (7.2kPa) est une trame espacée pour les colonnes. Le contreventement se fait par les murs en béton des deux cages d'escalier.

(selon la liste déroulante)

(selon la liste déroulante)

(selon la liste déroulante)

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	340	m³	Modèle 3D	radier, fosse + murets du périmètre
Barres d'armature	22	t	Plans et devis	radier, fosse + murets du périmètre
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
HSS	16	t	Plans et devis	colonnes RDC+étage, poutres salle multi étage, colonnettes parapet
BLC	119.3	m³	Modèle 3D	poutres toit et étage
Vis, écrous et boulons	3723	kg	Plans et devis	connexions L.C.
Plaques d'acier minces	13315	kg	Plans et devis	connexions L.C. + colonnes d'acier
AJOUTER				
Planchers				
Contreplaqué	17.2	m³	Plans et devis	
Béton 25 MPa	61.2	m³	Plans et devis	
Barres d'armature	2.4	t	Plans et devis	
AJOUTER				
Toiture				
Contreplaqué	14.3	m³	Plans et devis	
Béton 25 MPa	1.8	m³	Plans et devis	
Pontage en acier	203	kg	Plans et devis	P-3615 22ga
Barres d'armature	0.015	t	Plans et devis	
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Béton 30 MPa	56	m³	Modèle 3D	tous les murs des cages d'escalier
Barres d'armature	7.74	t	Plans et devis	tous les murs des cages d'escalier
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	416.1	m³	Note de calculs	radier, fosse + murets du périmètre
Barres d'armature	37.3	t	Note de calculs	radier, fosse + murets du périmètre
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Béton 30 MPa	46.2	m³	Note de calculs	étage - colonnes de béton
Barres d'armature	5.1	t	Note de calculs	étage - armature colonnes de béton
Poutrelles d'acier ajourées	4.81	t	Note de calculs	toit - poutrelles acier
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	4.5	t	Note de calculs	toit - poutres acier
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	1.95	t	Note de calculs	toit - poutres façade acier
HSS	3	t	Note de calculs	toit - étage colonnes acier
Vis, écrous et boulons	1067	kg	Note de calculs	toit - assemblages, connexions acier
Plaques d'acier minces	457.3	kg	Note de calculs	toit - plaques divers acier
AJOUTER				
Planchers				
Béton 35 MPa	208.9	m³	Note de calculs	étage - dalle de béton 325mm
Barres d'armature	26.9	t	Note de calculs	étage - armature dalle de béton
AJOUTER				
Toiture				
Pontage en acier	4.91	t	Note de calculs	toit - pontage acier Canam P3606-22ga
Plaques d'acier minces	990.6	kg	Note de calculs	toit - plaque acier fermeture pontage
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Béton 30 MPa	56	m³	Modèle 3D	tous les murs des cages d'escalier
Barres d'armature	11.26	t	Note de calculs	tous les murs des cages d'escalier
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 2

Lettre de l'estimateur

Latéral Conseil Inc.
—ingénieurs en structure

info@lateralconseil.com
+ 1 (514) 290 7777

6610 Hutchison
Bureau 120
Montréal (QC)
H2V 4E1

lateralconseil.com

18 décembre 2023
Montréal, QC

Sujet : Bibliothèque Mont-Laurier
Doc.Nr. 220709-10-00

Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux

En tant que responsable du projet d'estimation, nous prenons la responsabilité de garantir la validité des quantités de matériaux relevées.

Par la présente, nous certifions que les estimations sur les matériaux présentées au rapport GES et utilisées pour les calculs de quantification des réductions d'émission GES respectent le niveau de précision attendu (soit au moins 95% pour le projet construit et au moins 80% pour le scénario de référence) et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence. Nos signatures certifient également que les renseignements fournis et tous documents transmis comme preuve sont complets et exacts.

Bien cordialement,

Anna Ciari
_ing.

Handwritten signature of Anna Ciari in blue ink.

Alexandra Andronesco
_ing.

Handwritten signature of Alexandra Andronesco in blue ink.

Annexe 3

Rapport de Gestimat par Cecobois

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



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



Photo transmise par : Latéral Conseils

Projet réalisé : Bibliothèque de Mont-Laurier

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

Client : Chevalier Morales Architectes
5605 avenue de Gaspé, bureau #605
Montréal (Québec), H2T 2A4

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, ing.

Approuvée par : Caroline Frenette, ing.

Date : 20 décembre 2023

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.

Chevalier Morales Architectes a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de la **Bibliothèque de Mont-Laurier**. Basée les informations fournies par **Chevalier Morales Architectes**, l'évaluation GES a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat en date du 15 décembre 2023.

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 **Chevalier Morales Architectes**.

2 Objectifs

L'objectif de cette étude est de quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, soit la **Bibliothèque de Mont-Laurier**, en le comparant à un scénario de référence.

3 Méthodologie

La quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication 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 attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments**, produit par GCM Consultants dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, en date du 27 septembre 2018.

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 fabrication 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 fabrication 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 attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments**. Ces données ont été fournies à Cecobois par **Chevalier Morales Architectes**.

3.2 Limitations de l'analyse Gestimat

Gestimat permet de quantifier, d'analyser et de comparer les émissions de GES dues à la fabrication 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 la fabrication, 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 – Bibliothèque de Mont-Laurier

Situé à Mont-Laurier dans les Laurentides, le projet est un bâtiment rectangulaire (18 m x 39 m) de deux étages agissant comme bibliothèque pour la municipalité de Mont-Laurier. Le projet a une superficie au sol de 655 m² et une superficie totale de planchers de 1345 m².

La présente évaluation inclut les fondations en béton armé (radier, fosse et murets de périmètre), les colonnes en acier du rez-de-chaussée et de l'étage, les murs de refends en béton armé, la structure du plancher et de la toiture en bois lamellé-collé (BLC). Les murs extérieurs et intérieurs non porteurs ont été exclus de l'évaluation puisqu'elles ont été considérées identiques pour les deux scénarios évalués.

Bien que les colonnes du rez-de-chaussée et de l'étage soient en acier, les poutres principales et secondaires composant le plancher de l'étage et la toiture principale sont en BLC. Ces structures en BLC sont particulières en raison de l'utilisation d'une ossature réciproque, qui se compose d'éléments de charpente en bois lamellé-collé qui se croisent et se soutiennent mutuellement. Le plancher de l'étage est recouvert d'un contreplaqué et d'une chape de béton structurale. La toiture principale est recouverte d'un contreplaqué et celle des cages d'escalier d'une chape de béton structurale sur pontage en acier. Le contreventement pour les charges latérales (vent et sismique) est assuré par les murs de refends en béton armé des deux cages d'escalier.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par **Chevalier Morales Architectes** (Annexe 1).

3.4 Scénario de référence

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

Tout comme le projet réalisé, le scénario de référence inclut les fondations en béton armé, les colonnes en béton armé du rez-de-chaussée et celles en acier de l'étage, la structure du

plancher en béton armé et celle de la toiture en acier ainsi que les murs de refends en béton armé. Les murs extérieurs et intérieurs non porteurs ont été exclus de l'évaluation puisqu'ils ont été considérés identiques pour les deux scénarios évalués.

Pour la fondation en béton armé, les quantités de matériaux considérées dans ce système sont différentes de celles du projet. En effet, l'épaisseur du radier est plus importante dans le scénario de référence (500 mm au lieu de 400 mm) en raison du poids plus important de la structure de ce scénario. De même pour les murs de refends, l'augmentation du poids de la structure de ce scénario augmente les efforts sismiques, d'où l'augmentation de la quantité d'armatures dans les murs de refend. La structure du plancher de l'étage est une dalle en béton armé supportée par des colonnes en béton armé. La toiture est, quant à elle, composée de poutrelles ajourées en acier avec pontage en acier supportées par des poutres et colonnes en acier.

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par **Chevalier Morales Architectes** (Annexe 2).

3.5 Rôles et responsabilités

Dans la cadre du programme d'innovation en construction bois, Cecobois a été mandaté par **Chevalier Morales Architectes** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, soit la **Bibliothèque de Mont-Laurier**, en le comparant à un scénario de référence.

Cette analyse a été réalisée à l'aide de Gestimat comme spécifié par 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**, produit par GCM Consultants, en date du 27 septembre 2018.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par **Chevalier Morales Architectes**. 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 **Chevalier Morales Architectes**.

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé – Bibliothèque de Mont-Laurier

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 292 578 kg éq. CO₂, soit 218 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 2.

51 % des émissions de GES du projet sont associées aux matériaux composant les fondations, soit 148 235 kg éq. CO₂. Les colonnes en acier sont responsables de 11 % des émissions de GES, soit 32 384 kg éq. CO₂, tandis que la structure du plancher et de la toiture en BLC sont responsables 20 % des émissions de GES, soit 58 926 kg éq. CO₂. Le contreplaqué et la chape de béton structurale du plancher de l'étage et le contreplaqué et la chape de béton sur pontage en acier de la toiture sont responsables, respectivement, de 8 % et 1 % des émissions de GES, soit 22 129 kg éq. CO₂ et 3 168 kg éq. CO₂. Les murs de refend en béton armé sont, quant à eux, responsables de 9 % des émissions de GES totales, soit 27 734 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 49 % sont attribuables au béton des fondations, de la dalle structurale du plancher de l'étage et des murs de refends, 45 % sont attribuables à l'acier d'armatures, des colonnes et des systèmes d'assemblage et 6 % sont attribuables au bois des éléments structuraux (figure 1).

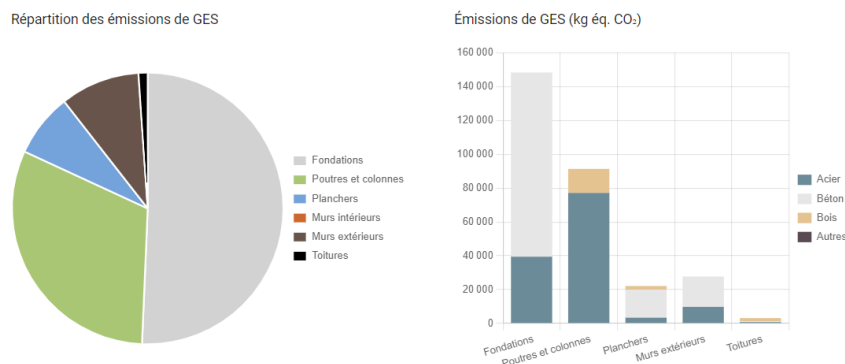


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 378 084 kg éq. CO₂, soit 281 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 2.

48 % des émissions de GES du projet sont associées aux matériaux des fondations, soit 180 448 kg éq. CO₂. Les colonnes en béton armé et en acier et les poutres en acier supportant la toiture sont, quant à eux, responsables de 11 % des émissions de GES, soit

41 970 kg éq. CO₂. La dalle structurale du plancher de l'étage et les poutrelles ajourées en acier recouvert d'un pontage de la toiture sont responsables, respectivement, de 26 % et 7 % des émissions de GES, soit 96 779 kg éq. CO₂ et 26 689 kg éq. CO₂. Les murs de refend en béton armé sont, quant à eux, responsables de 8 % des émissions de GES totales, soit 32 198 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 60 % sont attribuables au béton des fondations, de la dalle structurale du plancher de l'étage et des murs de refends, 40 % sont attribuables à l'acier d'armatures et des poutres et colonnes (figure 2).

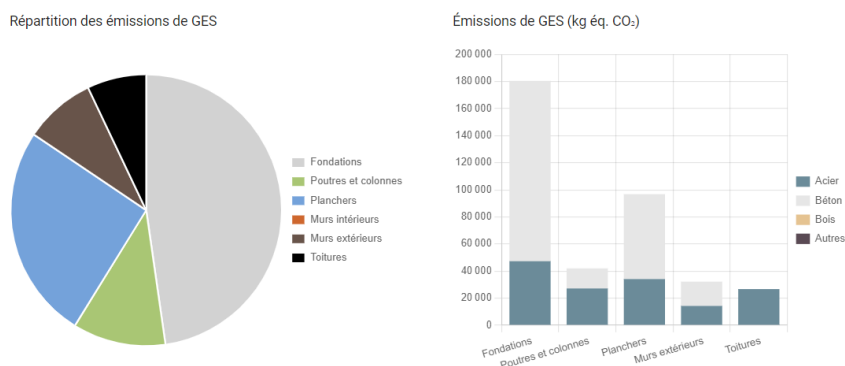


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé amène une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 85 506 kg éq. CO₂, qui représente une réduction de 63 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une diminution de 23 % 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 bois-acier pour le projet réalisé comparativement à une structure mixte béton-acier pour le scénario de référence. En effet, dans le projet réalisé, la structure du toit et du plancher de l'étage est une ossature réciproque, qui se compose d'éléments de charpente en bois lamellé-collé qui se croisent et se soutiennent mutuellement comparativement à une structure conventionnelle en béton et en acier pour le scénario de référence.

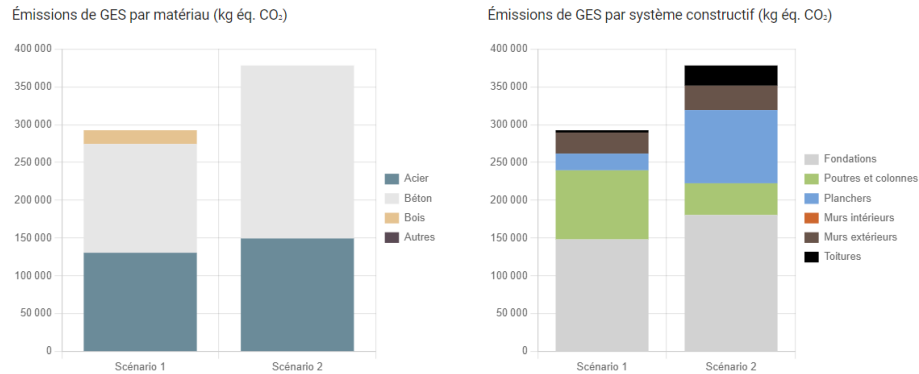


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusion

Dans le cadre du programme d'innovation en construction bois du MRNF, Cecoboïs a été mandaté par **Chevalier Morales Architectes** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, la **Bibliothèque de Mont-Laurier**, 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 **Chevalier Morales Architectes**. La responsabilité de la qualité, de l'exactitude et de la conformité au **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure 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 en date du 15 décembre 2023, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 292 578 kg éq. CO₂, soit 218 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 378 084 kg éq. CO₂, soit 281 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

Selon ces données, le projet réalisé entraîne **une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 85 506 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 63 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 **Chevalier Morales Architectes**.

Annexe 1

Quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé

QUANTITÉ DE MATÉRIEAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	340.00	m³	Modèle 3D	radier, fosse + murets du périmètre
Barres d'armature	31.10	t	Plans et devis	radier, fosse + murets du périmètre
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
HSS	16.00	t	Plans et devis	colonnes RDC+étage, poutres salle multi étage, colonnettes parapet
BLC	119.30	m³	Modèle 3D	poutres toit et étage
Vis, écrous et boulons	3723.00	kg	Plans et devis	connexions L.C. (lamellé-collé)
Plaques d'acier minces	13315.00	kg	Plans et devis	connexions L.C. + colonnes d'acier
AJOUTER				
Planchers				
Contreplaqué	17.20	m³	Plans et devis	CP, ép. = 28 mm
Béton 25 MPa	61.20	m³	Plans et devis	Chape structurale
Barres d'armature	2.40	t	Plans et devis	Chape structurale
Clous	180.00	kg	Plans et devis	Connexions pour le CP
AJOUTER				
Toiture				
Contreplaqué	14.30	m³	Plans et devis	CP, ép. = 28 mm
Béton 25 MPa	1.80	m³	Plans et devis	Chape structurale sur pontage pour la toiture des cages d'escalier
Pontage en acier	0.20	t	Plans et devis	Chape structurale sur pontage pour la toiture des cages d'escalier (P-3615 22ga)
Barres d'armature	0.015	t	Plans et devis	Chape structurale sur pontage pour la toiture des cages d'escalier
Clous	140.00	kg	Plans et devis	Connexions pour le CP
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Béton 30 MPa	56.00	m³	Modèle 3D	tous les murs des cages d'escalier
Barres d'armature	7.74	t	Plans et devis	tous les murs des cages d'escalier
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 30 MPa	416.10	m³	Note de calculs	radier, fosse + murets du périmètre
Barres d'armature	37.30	t	Note de calculs	radier, fosse + murets du périmètre
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Béton 30 MPa	46.20	m³	Note de calculs	étage - colonnes de béton
Barres d'armature	5.10	t	Note de calculs	étage - armature colonnes de béton
HSS	3.00	t	Note de calculs	colonnes acier toit
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	4.50	t	Note de calculs	poutres acier toit
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	1.95	t	Note de calculs	poutres acier facade toit
Vis, écrous et boulons	1067.00	kg	Note de calculs	toit - assemblages, connexions acier
Plaques d'acier minces	457.30	kg	Note de calculs	toit - plaques divers acier
AJOUTER				
Planchers				
Béton 35 MPa	208.90	m³	Note de calculs	dalle et colonnes de béton étage
Barres d'armature	26.90	t	Note de calculs	armature dalle et colonnes de béton étage
AJOUTER				
Toiture				
Pontage en acier	4.91	t	Note de calculs	pontage P3606-22ga toit
Poutrelles d'acier ajourées	4.81	t	Note de calculs	poutrelles acier toit
Plaques d'acier minces	990.60	kg	Note de calculs	toit - plaque acier fermeture pontage
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Béton 30 MPa	56.00	m³	Modèle 3D	tous les murs des cages d'escalier
Barres d'armature	11.26	t	Note de calculs	tous les murs des cages d'escalier
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Projet réalisé

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

Scénario : Projet

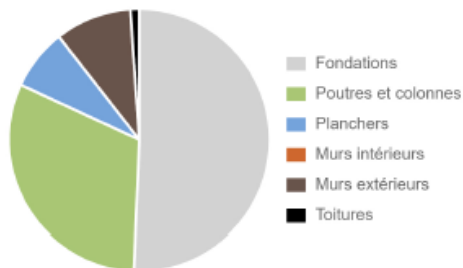
Nom du projet PICB Bibliothèque de Mont-Laurier

Numéro du projet n/a

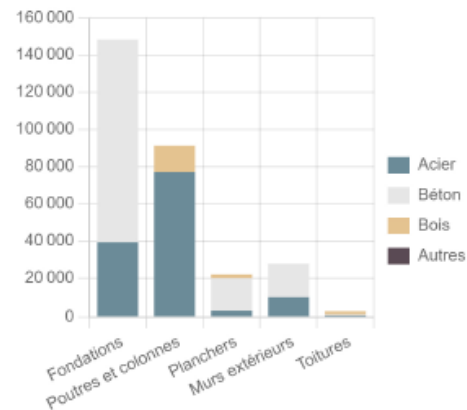
Type de projet Saisie détaillée

Description -

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Acier	Béton	Bois	Autres	Total	%
Fondations	39 435	108 800	0	0	148 235	50,7 %
Poutres et colonnes	77 113	0	14 197	0	91 310	31,2 %
Planchers	3 431	16 463	2 236	0	22 129	7,6 %
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0 %
Murs extérieurs	9 814	17 920	0	0	27 734	9,5 %
Toitures	826	484	1 859	0	3 169	1,1 %
Total	130 619	143 667	18 292	0	292 578	100 %
GES par m²	97	107	14	0	218	

Superficie totale de plancher: 1345 m²



Date de modification: 2023-12-15 14 h 44 min 36 s
Date de génération: 2023-12-15 14 h 44 min 36 s

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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

Scénario : Scénario de référence

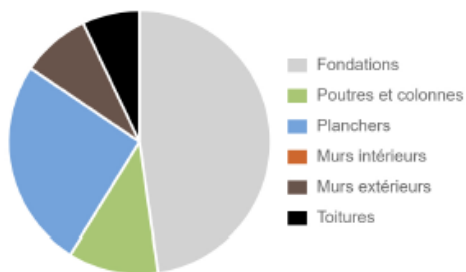
Nom du projet : PICB Bibliothèque de Mont-Laurier

Numéro du projet : n/a

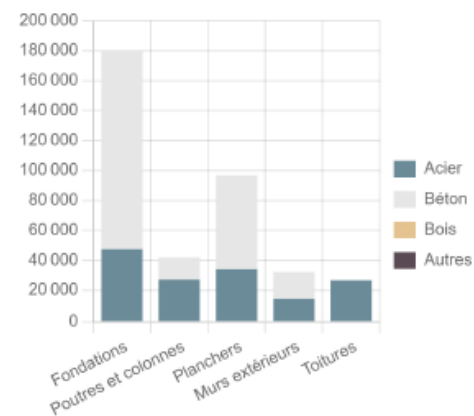
Type de projet : Saisie détaillée

Description : -

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Acier	Béton	Bois	Autres	Total	%
Fondations	47 296	133 152	0	0	180 448	47,7 %
Poutres et colonnes	27 186	14 784	0	0	41 970	11,1 %
Planchers	34 109	62 670	0	0	96 779	25,6 %
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0 %
Murs extérieurs	14 278	17 920	0	0	32 198	8,5 %
Toitures	26 689	0	0	0	26 689	7,1 %
Total	149 558	228 526	0	0	378 084	100 %
GES par m²	111	170	0	0	281	

Superficie totale de plancher: 1345 m²



Date de modification: 2023-12-15 14 h 44 min 46 s
Date de génération: 2023-12-15 14 h 44 min 46 s

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Informations du projet			
Nom du projet	PICB_Bibliothèque de Mont-Laurier	Type de projet	Construction neuve
Numéro du projet	n/a	Type de bâtiment	Bibliothèques, salles de spectacle, e
Catalogue	Québec	Nombre d'étages	2
Emplacement	Mont-Laurier	Superficie totale (m ²)	1345
Année prévue	2024	Superficie au sol (m ²)	655
Budget prévu	10 M\$	Version de l'analyse	-

Description : -

Scénarios analysés			
	Nom	GES totales (kg éq. CO ₂)	Description
Scénario 1	Projet	292 578	
Scénario 2	Scénario de référence	378 084	

Scénario retenu			
	Numéro	Type de structure	Émissions GES (kg éq. CO ₂)
Scénario de référence	2	Béton	378 084
Scénario retenu	1	Gros bois d'œuvre et bois lamellé-collé	292 578

Émissions de GES évitées: 85 506

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Comparabilité des scénarios			
		Scénario 1	Scénario 2
Saisie inclue bâtiment(s) type(s)		Non	Non
Nombre d'éléments modélisés		7	6
Fondations	m³ béton armé	340	416
	tonne acier	31,1	37,3
Poutres et colonnes	m³ béton armé		46,2
	tonne acier	16	8,1
	m³ bois	119	
Planchers	m² de planchers		
Murs extérieurs	m² de murs		
Toitures	m² de toitures		

Superficie totale de plancher: 1345 m²

Superficie au sol: 655 m²

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

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Comparaison des scénarios

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

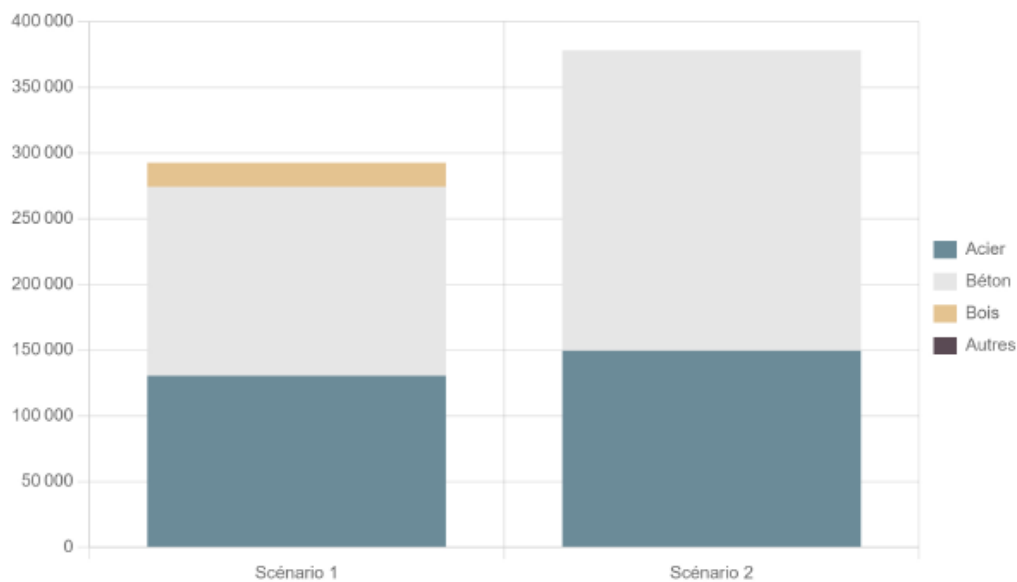
	Scénario 1	Scénario 2
Nom	Projet	Scénario de référence
Type de structure	Gros bois d'œuvre et bois lamellé-collé	Béton
Saisie incluse bâtiment(s) type(s)	Non	Non
Par matériau		
Acier	130 619	149 558
Béton	143 667	228 526
Bois	18 292	0
Autres	0	0
Par système constructif		
Fondations	148 235	180 448
Poutres et colonnes	91 310	41 970
Planchers	22 129	96 779
Murs intérieurs	0	0
Murs extérieurs	27 734	32 198
Toitures	3 169	26 689
GES totales		
Total	292 578	378 084
GES par m ²	218	281
Choix des scénarios		
Scénario de référence		X
Scénario retenu	X	
Émissions de GES évitées	85 506	-
% de réduction	22,6	-

Superficie totale de plancher: 1345 m²

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Comparaison des scénarios

Émissions de GES par matériau (kg éq. CO₂)



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

