

Rapport de projet GES

Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford



Réalisé par Alexandra Andronescu, ing., Latéral

latéral.

Dans le cadre du Programme de vitrine technologique
pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois

30 janvier 2024

AlexAndr.

Alexandra Andronescu

Latéral

Responsable du projet
GES

Mario Beauvais

Mario Beauvais

Centre de services scolaire du
Val-des-Cerfs

Responsable administratif de
l'aide financière

Mario Beauvais

Mario Beauvais

Centre de services
scolaires du Val-des-Cerfs

Bénéficiaire de subvention

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec



Avec la participation financière

Fondsvert

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois (Programme). Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi que le Fonds vert 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.....	4
1.3 Description du projet de construction.....	4
1.4 Description et justification du scénario de référence.....	6
1.5 Données du projet GES	7
2. Quantification des émissions de GES	8
3. Annexes	8

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : Centre de services scolaire du Val-des-Cerfs
- Responsable administratif de l'aide financière : Mario Beauvais, Centre de services scolaire du Val-des-Cerfs
- Responsable – Rapport du projet GES : Alexandra Andronescu, Latéral;
- Responsable des estimations de quantités de matériaux (ingénieur ou architecte seulement) :
 - Projet construit : Alexandra Andronescu, ingénieure, Latéral;
 - Scénario de référence : Alexandra Andronescu, ingénieure, Latéral.
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Rosaline Larivière-Lajoie, Cecobois.
- Responsable de la vérification du rapport de projet GES : Mélissa Windsor, Enviro-accès

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford;
- 1, Rue Laurette-Bellefleur, Shefford, QC J2M 0E8 (Lot no 6 304 520 de la municipalité du Canton de Shefford)

1.3 Description du projet de construction

- nombre d'étages : 2 (pavillons A, B, D1 et D2 : rez-de-chaussée et mezzanines, pavillon C: sous-sol et rez-de-chaussée)
- superficie totale (pavillons A, B, C, D1 et D2) : 4326.2 m²
- superficie mezzanines (plancher CLT 100mm épaisseur pour pavillons A, B, D1, D2): 336m²
- superficie dalle structurelle rez-de-chaussée (pavillon C dalle structurelle en béton 300mm épaisseur): 196m²
- type d'occupation et usage du bâtiment : école primaire avec gymnase.

- Le projet comprend la construction d'une école primaire avec cinq pavillons (A, B, C – gymnase, D1 et D2) disposés dans une forme de rectangle presque fermé. Les pavillons communiquent entre eux par des corridors d'accès. La structure des pavillons est généralement similaire : des toits en pente, avec la structure en bois – généralement apparent, en contreplaqué de 28mm, qui est supporté par des solives de bois en lamellé-collé 80x480 espacées à 813mm, qui portent en périphérie sur des murs porteurs en bois (qui font office aussi des murs de cisaillement) et au centre sur des poutres et colonnes en bois lamellé-collé. Les mezzanines (A, B, D1 et D2) sont en CLT de 100mm d'épaisseur, supportées généralement par des poutres et colonnes en bois lamellé-collé. Au niveau du rez-de-chaussée (A, B, D1 et D2) le plancher est une dalle sur sol 150mm coulée contre du remblai. Au périmètre, la structure des murs de façade est assise sur des murs de fondation construits à l'abri du gel et à l'intérieur les colonnes sont supportées par des emplacements isolés. Dans la vicinity des corridors d'accès entre les pavillons A-B-C-D1, pour répondre aux conditions d'incombustibilité, la structure de bois a été remplacée par une structure d'acier (pontage de 38mm sur poutres et colonnes d'acier). Dans le pavillon B (pavillon principal) pour permettre l'utilisation de grandes portées et limiter le nombre de colonnes, des poutres en acier reprennent la charge du toit (contreplaqué 28mm, contreplaqué 15.5mm, pontage d'acier 38mm supportés par des fermes traditionnelles en bois ou poutres d'acier) et la transfèrent aux colonnes en acier. Le système de résistance aux forces latérales dues au vent et au séisme est constitué par les murs de bois généralement installés dans les murs de façade des bâtiments. Dans les cas des pavillons A et B, les murs intérieurs sur les axes au centre servent aussi de contreventement. Dans le cas du gymnase, la dalle basse (radier de 450mm d'épaisseur à grandeur à cause des conditions géotechniques – le niveau de la nappe phréatique très haute) est située au niveau du sous-sol. La partie gymnase du pavillon C a une hauteur double et au niveau du toit nous retrouvons le même contreplaqué de 28mm assis sur des solives en lamellé-collé espacées à 1.2m et supportées par des fermes hybrides lamellés-collés – acier qui font la largeur complète du gymnase. La structure de l'étage du gymnase (niveau du rez-de-chaussée) est formée d'une dalle structurelle de béton de 300mm d'épaisseur. La structure du toit dans cette zone du bâtiment, considérant la présence des plafonds, est constituée des fermes ajourées traditionnelles de bois, espacées généralement à 610mm et recouvertes par un contreplaqué 15.5mm. Toujours dans le cas du pavillon C, le système de résistance aux forces latérale comprend dans une direction des murs de bois de cisaillement, tandis que dans l'autre direction, une structure en acier avec des contreventements en X est installée sur chaque côté du bâtiment.
- Dans le cas du pavillon principal (B) et des pavillons des classes (A, D1 et D2), le concept architectural prévoyait la construction des mezzanines pour les espaces de collaboration et pour les espaces de mécanique. Pour s'encadrer dans le contexte et la vision architecturale du projet, la structure des planchers devait être conçue pour être le plus mince possible. L'innovation du projet consiste dans la réalisation d'un système collaborant de poutres de bois (lamellé-collé) et platelage de bois (CLT), réalisé entièrement au chantier, sans préfabrication complexe, par choix judicieux de quincaillerie. Ainsi, les dalles en CLT des mezzanines sont fixées aux poutres et aussi l'une à l'autre afin d'assurer une continuité dans les deux directions, en obtenant une action composite sans l'ajout d'une dalle de béton. Enfin, la réalisation d'un tel système collaborant platelage-poutre au chantier nous permet

d'utiliser une solution simple, plus économique et plus flexible (surtout dans le cas des éléments de plus longues portées).

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 sont similaires :

- la géométrie du bâtiment, la superficie de plancher totale et le nombre d'étages;
- la hauteur libre nette équivalente pour tous les scénarios.
- les fonctionnalités offertes par les systèmes constructifs.

Suivant la méthodologie du test des barrières, le scénario de référence sera un bâtiment avec la superstructure (toit et mezzanines) en acier reposant sur des fondations de béton.

Pour les cinq pavillons, la structure des toits est en pontage d'acier 38mm profondeur sur des poutres en acier espacées généralement à 1626mm. Des poutres d'acier en façades (avec une trame générale de 5m) et aux axes centraux (avec une trame générale de 8.0m) reprendront par la suite la charge pour la transférer aux colonnes d'acier. Au-dessus du gymnase des fermes en acier reprennent les charges des poutrelles pour la ramener ensuite aux colonnes. Pour les pavillons A, B, D1 et D2, les dalles des mezzanines seront en béton 125mm sur pontage d'acier soit 38mm profondeur, ou 76mm de profondeur, le tout supporté par des poutres et colonnes en acier. Tout comme le projet de construction, les fondations seront en mur de béton enfoui à l'abri du gel. Des dalles sur sol conventionnel de 150mm sont coulées contre le remblai au niveau du rez-de-chaussée. Dans le cas du gymnase, le plancher de l'étage (niveau rez-de-chaussée) est une dalle de béton 300mm épaisseur, supportée du côté gymnase par des colonnes en béton et de côté extérieur par les murs de fondation périphériques. Le plancher du gymnase est un radier à grandeur, de 450mm épaisseur. Le système de contreventement sera pour chacun des cinq pavillons des contreventements en acier en X installés dans les murs extérieurs, ainsi que dans les axes au centre dans le cas des pavillons A et B.

Le tableau ci-dessous indique les différences pour les deux systèmes constructifs :

Système	Projet de construction	Scénario de référence
Fondations	A, B, D1, D2 - murs de fondation en béton à l'abri du gel, empattements intérieurs isolés, dalle sur sol 150mm	A, B, D1, D2 - murs de fondation en béton à l'abri du gel, empattements intérieurs isolés, dalle sur sol 150mm
	C - radier 450mm avec murs de fondation enfoui à 2.5m dans le sol	C - radier 450mm avec murs de fondation enfoui à 2.5m dans le sol
Poutres et colonnes	bois en lamellé-collé, acier	acier
	C - colonnes de béton pour reprendre la dalle structurelle.	C - colonnes de béton pour reprendre la dalle structurelle.
Plancher	A, B, D1, D2 - dalle en CLT 100mm	A, B, D1, D2 - dalle béton 125mm sur pontage d'acier 38mm
	C - dalle structurelle en béton armé 300mm épaisseur	C - dalle structurelle en béton armé 300mm épaisseur
Toiture	A, D1 - contreplaqué 28mm, pontage acier 38mm	A, B, C, D1, D2 - pontage acier 38mm
	D2 - contreplaqué 28mm	
	B - contreplaqué 28mm, 15.5mm, pontage acier 38mm	
	C - contreplaqué 28mm, 15.5mm	
Murs extérieurs	Murs de bois porteurs, de cisaillement	Murs non-porteurs
Murs intérieurs	Murs de bois de cisaillement	Murs non-porteurs

Tableau avec le test de barrières pour justifier le scénario de référence.

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence
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 : nombres d'attaches en chantier légèrement plus élevé	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

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 ». Les types et quantités de matériaux utilisés pour le projet GES sont déterminés suivant les plans et devis émis pour construction en date du 14 février 2022 et les dessins d'atelier et de fabrication des sous-traitants en armatures, charpente d'acier et charpente de bois lors de la période de construction.

Les données du scénario de référence retenues sont obtenues à partir d'un dimensionnement préliminaire de la structure des bâtiments. 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 en annexe.

La structure des bâtiments (projet GES) comporte une portion importante de bois. Le volume de bois pour les éléments en lamellé-collé est de 255m³. Le volume de bois d'œuvre utilisé est de 87m³, celui de CLT est de 34m³, tandis que le contreplaqué est de 107m³. Le volume total de bois dans le projet s'élève à 497.4 m³ (contreplaqué et OSB, poutrelles ajourées et fermes traditionnelles de bois inclus).

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m ³)
497.4

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)
1,349,513.0	822,190.0	527,323.0

3. Annexes

- tableau des quantités de matériaux ;
- lettre des estimateurs de quantités de matériaux ;
- rapports complets du Gestimat :
 - quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit et de son scénario de référence;
 - rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence.
- rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3.

Latéral Conseil Inc.
—ingénieurs en structure

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

6610 Hutchison
Bureau 120
Montréal (QC)
H2V 4E1

lateralconseil.com

Réf : R191012-01-01

Montréal, le 25 janvier 2024

Lab-École Shefford – 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, je certifie 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. Ma signature certifie également que les renseignements fournis et tous documents transmis comme preuve sont complets et exacts.

N'hésitez pas à me contacter pour toutes questions.
Bien à vous,

Alexandra Andronescu
_ing.





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

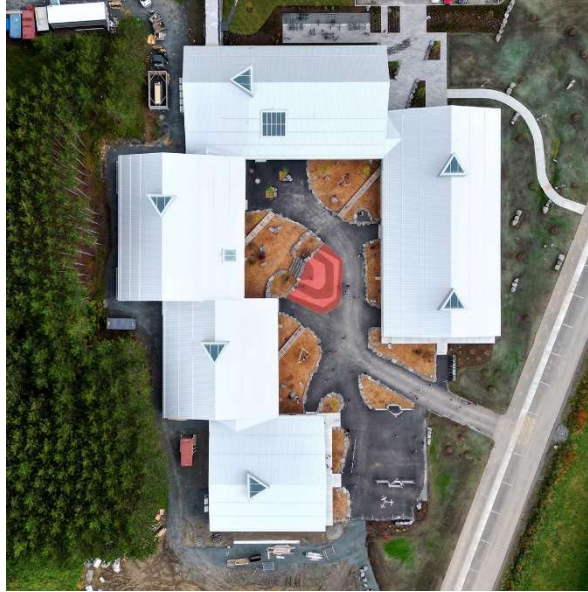


Photo transmise par : Latéral Conseils

Projet réalisé : Lab-École Shefford

Rapport produit dans le cadre du programme de
Vitrine technologique pour les bâtiments et
les solutions innovantes en bois

Client : Latéral Conseils

6610 rue Hutchison, bureau #120

Montréal (Québec), H2V 4E1

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, ing.

Approuvée par : Caroline Frenette, ing.

Date : 2 février 2024 (révision 2)

1 Contexte

Le programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois du ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) découle des mesures de la Charte du bois pour favoriser la construction non résidentielle et multifamiliale en bois. Il répond également à la priorité 19.4.2 du PACC 2020 de favoriser la construction de bâtiments à faible empreinte carbone par la réalisation de projets mobilisateurs en lien avec l'utilisation du bois dans la construction. Ce programme bénéficie d'un budget du Fonds vert, ce qui requière une réduction des émissions de GES dans les projets supportés financièrement.

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 non résidentielle et multifamiliale au Québec. Accroître l'utilisation du bois en démontrant ses possibilités dans le marché non résidentiel et multifamilial de la construction au Québec tout en s'assurant de faire usage du bon matériau au bon endroit.
- Diffuser dans le milieu de la construction des solutions techniques avantageuses quant aux matériaux en bois et aux systèmes développés à partir de modèles de référence, et ce, afin de favoriser une utilisation à plus grande échelle. Développer le savoir-faire technique et professionnel amenant l'évolution des pratiques et permettant ensuite l'émergence d'autres projets en bois.

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

- Vitrine technologique de solutions innovantes : projets de construction qui proposent l'introduction d'une solution innovante en bois pour en faciliter sa commercialisation à grande échelle et même son exportation dans le secteur de la construction. Une solution innovante peut être, par exemple, un nouveau produit, un système de construction, un assemblage ou une nouvelle application d'un produit.
- Vitrine technologique de bâtiments innovants : projets mobilisateurs de construction de bâtiments innovants en bois. Les bâtiments admissibles peuvent être dans les secteurs de la construction non résidentielle ou encore multifamiliale. Le caractère innovant peut provenir, par exemple, de l'usage du bâtiment, de son ampleur par son nombre d'étages ou sa superficie, de la combinaison des matériaux employés ou de l'utilisation de nouveaux systèmes ou de nouvelles techniques de construction.

Le projet doit 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.

Latéral Conseils a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de la **Lab-École Shefford**. Basée sur les informations fournies par **Latéral Conseils**, l'évaluation GES a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat en date du 25 janvier 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 **Latéral Conseils**.

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 **Lab-École Shefford**, 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 Cecoboïs 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 et d'enveloppe 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 et d'enveloppe 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 et le Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et en Éco-conception (LIRIDE), affilié à l'Université de Sherbrooke.

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 de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en 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 Cecoboïs par **Latéral Conseils**.

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 : Lab-École Shefford

Situé à Shefford en Estrie, le projet comprend la construction d'une école primaire constituée de cinq pavillons: classes primaires (A, D1 et D2), administration et cafeteria (B) et gymnase (C), disposés dans une forme de rectangle presque fermé. Les pavillons communiquent entre eux par des corridors d'accès. Le bâtiment a une superficie au sol de 3794 m² et une superficie totale de planchers de 4326 m².

La présente évaluation inclut les fondations en béton armé (empattements, semelles, murs de fondation, pilastres, dalles sur sol, radier, dalle structurale et murets de périmètres), les poutres et colonnes du rez-de-chaussée, la structure du plancher des mezzanines et la structure des toitures. Les murs extérieurs et les murs intérieurs porteurs ont également été inclus dans l'évaluation GES.

Le système de toiture des pavillons accueillant les classes (A, D1 et D2) est composé de solives en bois lamellé-collé (BLC), recouvertes de contreplaqué, et supportées en périphérie par des murs porteurs en ossature légère en bois (OLB) et au centre par une structure en poutres et colonnes en BLC. La structure du pavillon B est, quant à elle, composée d'un système de toiture en poutres d'acier et en fermes de toit légères en bois recouvert de contreplaqué et supporté par des poutres en bois et des colonnes en acier. Pour l'ensemble de ces quatre pavillons, les forces latérales dues au vent et au séisme sont reprises par les murs de refend en OLB en façade. Dans le cas des pavillons A et B, des murs de refend intérieurs sont également présents au centre des pavillons. Ces quatre pavillons incluent également des mezzanines en bois lamellé-croisé (CLT) supportés par des poutres et colonnes en BLC. Les dalles en CLT sont assemblées l'une à l'autre en plus d'être fixées aux poutres afin d'assurer une continuité bidirectionnelle, obtenant ainsi une action composite sans l'ajout d'une dalle de béton. Au niveau du rez-de-chaussée, le plancher de ces pavillons est composé d'une dalle sur sol en béton coulée contre du remblai.

Pour le pavillon C, le système de toiture au-dessus du gymnase est composé de solives en BLC recouvertes de contreplaqué et supportées par des fermes de toit hybrides en BLC et en acier. Ces fermes hybrides reposent sur des poteaux en BLC d'un étage hors-sol qui sont posés sur des murs en béton armé d'un étage en sous-sol pour créer la double hauteur de

la section du gymnase. Les murs de bout sont composés d'une structure contreventée en acier. Une seconde section de deux étages (niveaux sous-sol et rez-de-chaussée) est adjacente au gymnase. La toiture de cette section est composée de fermes de toit légères en bois recouvertes de contreplaqué, et supportées par des murs en OLB. Le plancher du rez-de-chaussée est formé d'une dalle structurale en béton armé supportée par des colonnes en BLC. Pour ce pavillon, les forces latérales dues au vent et au séisme sont reprises dans des murs de refend en bois dans la direction longitudinale, et par une structure contreventée en acier dans l'autre direction. Le plancher du pavillon C est un radier situé au niveau du sous-sol.

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

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence est composé des mêmes cinq pavillons avec une superstructure en acier. Pour assurer la comparabilité des deux scénarios, le scénario de référence a été modélisé avec les mêmes géométries, hauteurs libres et fonctionnalités de bâtiment que ceux du projet réalisé.

Tout comme le projet réalisé, le scénario de référence inclut les fondations en béton armé (empattements, semelles, murs de fondation, pilastres, dalles sur sol, radier, dalle structurale et murets de périmètres), ainsi que le système de poutres et colonnes du rez-de-chaussée, la structure du plancher des mezzanines et la structure des toitures. Les murs extérieurs non porteurs ont également été inclus dans l'évaluation GES afin d'assurer la comparabilité avec le projet réalisé.

Pour la fondation en béton armé, les quantités de matériaux considérées dans ce système sont légèrement différentes de celles du projet en raison de l'absence de murs de cisaillement et d'ancrages pour les colonnes. Autre que les fondations en béton armé, l'ensemble de la superstructure est en acier. La structure de la toiture des cinq pavillons est composée d'un système de poutres et de fermes de toit en acier supportant un pontage métallique et supporté par des colonnes en acier. Le plancher des mezzanines des pavillons A, B, D1 et D2 est une dalle sur pontage supporté par des colonnes en acier. Les murs extérieurs sont en colombages métalliques recouverts de panneaux de gypse (facteur d'émissions de GES tiré de Gestimat : 0.215 kg éq. CO²/kg). Les forces latérales dues au vent et au séisme sont reprises par des structures contreventées en acier.

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

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, Cecobois a été mandaté par **Latéral Conseils** pour quantifier la

réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, soit la **Lab-École Shefford**, 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 **Latéral Conseils**. 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 **Latéral Conseils**.

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé : Lab-École Shefford

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 822 190 kg éq. CO₂, soit 190 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Pour le projet réalisé, 73 % des émissions de GES sont associées aux matériaux composant les fondations, soit 600 943 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes en bois et en acier (incluant les fermes de toit hybride du pavillon C) sont responsables de 23 % des émissions de GES, soit 186 797 kg éq. CO₂, tandis que la structure en CLT des mezzanines des pavillons A, B, D1 et D2 sont responsables 0.3 % des émissions de GES, soit 2 814 kg éq. CO₂. Le contreplaqué et le pontage métallique recouvrant les toitures des pavillons et les fermes de toit en ossature légère en bois composant la toiture du pavillon B sont responsables de 3 % des émissions de GES, soit 24 269 kg éq. CO₂. Les murs de refend intérieurs et extérieurs en OLB sont, quant à eux, responsables de 1 % des émissions de GES totales, soit 7 366 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 52 % sont attribuables au béton des fondations, 41 % sont attribuables à l'acier d'armatures, des poutres et colonnes et des systèmes d'assemblage et 7 % sont attribuables au bois des éléments structuraux (figure 1).

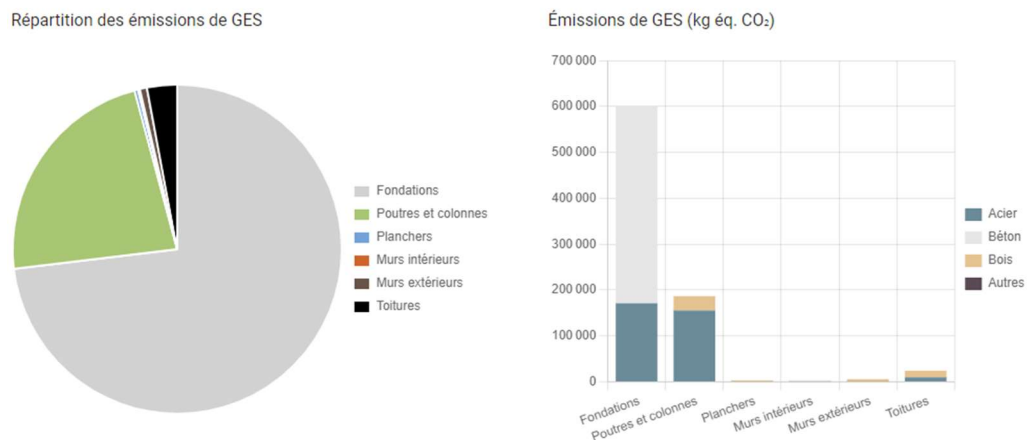


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 1 349 513 kg éq. CO₂, soit 312 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Pour le scénario de référence, 44 % des émissions de GES sont associées aux matériaux des fondations, soit 590 383 kg éq. CO₂. Les poutres, colonnes et contreventements en acier sont, quant à eux, responsables de 45 % des émissions de GES, soit 605 956 kg éq. CO₂. Les dalles sur pontage des planchers des mezzanines et les murs extérieurs non porteurs sont chacun responsables d'environ 1 % des émissions de GES, soit respectivement 15 615 kg éq. CO₂ et 19 237 kg éq. CO₂. Le pontage métallique recouvrant les toitures des pavillons et les fermes de toit en acier léger composant la majorité de la toiture du pavillon C sont responsables de 9 % des émissions de GES, soit 118 322 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 32 % sont attribuables au béton des fondations et des dalles des mezzanines et 68 % sont attribuables à l'acier d'armatures, des poutres et colonnes, des pontages et des murs extérieurs (figure 2).

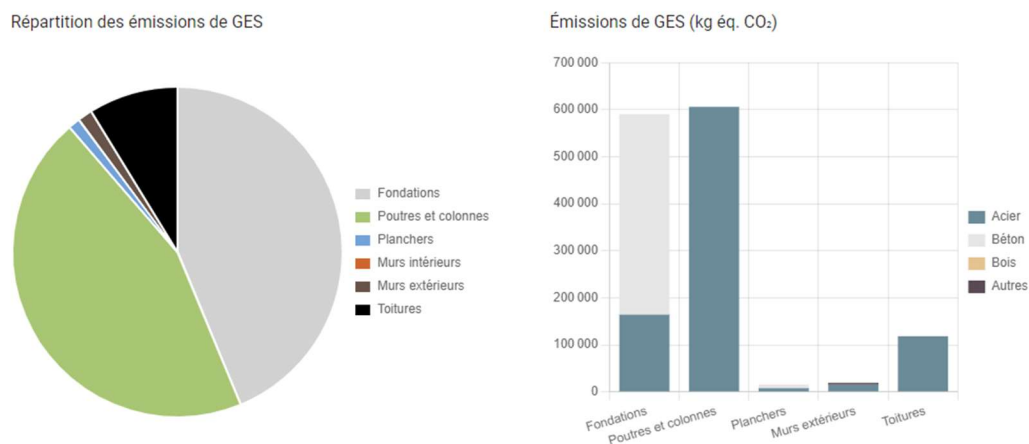


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

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 527 323 kg éq. CO₂, qui représente une réduction de 122 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une diminution de 39 % 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 hybride bois massif, ossature légère en bois et acier pour le projet réalisé comparativement à une structure majoritairement en acier pour le scénario de référence.

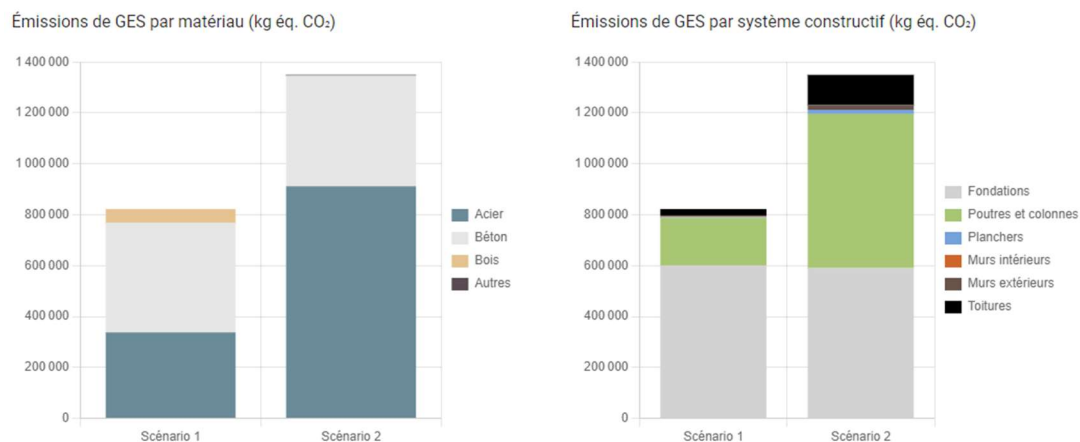


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusion

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MRNF, Cecobois a été mandaté par **Latéral Conseils** 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 **Lab-École Shefford**, 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 **Latéral Conseils**. 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 25 janvier 2024, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies. La seconde et dernière révision à ce jour de l'évaluation a été réalisée en date 2 février 2024.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 822 190 kg éq. CO₂, soit 190 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 1 349 513 kg éq. CO₂, soit 312 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 527 323 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 122 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 **Latéral Conseils**.

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	1021,40	m³	Plans et devis	empattements, semelles, murs, pilastres, dalles sol A,B, D1 et D2
Béton 30 MPa	434,80	m³	Plans et devis	murs intérieurs cisaillement A,B, D1 et D2, radier C
Barres d'armature	122,90	t	Plans et devis	armature beton A,B, C, D1 et D2
Treillis d'armature	7,50	t	Plans et devis	dalles sur sol A, B, D1 et D2
Vis, écrous et boulons	1876,10	kg	Plans et devis	ancrages colonnes, HDU et lisses aux fondations
Béton 35 MPa	52,90	m³	Plans et devis	dalle structurelle étage C
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
BLC	116,70	m³	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D2, selon dessins atelier fabricant
LVL	4,30	m³	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
BLC	138,20	m³	Fournisseurs	solives de toit A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	50,70	t	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
HSS	16,60	t	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
Vis, écrous et boulons	1734,30	kg	Note de calculs	boulons structure acier et bois A, B, C, D1 et D22, estimation selon dessins atelier fabricant
Plaques d'acier épaisses	14652,50	kg	Fournisseurs	plaques structure acier et bois A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
Plaques d'acier épaisses	748,10	kg	Plans et devis	plaques HDU pour structure bois A, B, C, D1 et D2
AJOUTER				
Planchers				
CLT	33,60	m³	Plans et devis	planchers mezzanines A, B, D1 et D2
Clous	207,00	kg	Plans et devis	clouage pour planchers mezzanines A, B, D1 et D2
AJOUTER				
Toiture				
Contreplaqué	94,70	m³	Plans et devis	toits en bois A, B, C, D1 et D2
Pontage en acier	3,50	t	Plans et devis	toits en acier A, B, D1 et D2
Clous	341,60	kg	Plans et devis	clouage pour toits en bois et en acier
Poutrelle ajourée	1903,20	m. lin.	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
Bois d'œuvre	32,10	m³	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
Vis, écrous et boulons	54,50	kg	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
Plaques d'acier minces	84,90	kg	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	42,30	m³	Plans et devis	murs bois A, B, C, D1 et D2
PSL	3,30	m³	Plans et devis	murs bois A, B, D1 et D2
OSB	6,60	m³	Plans et devis	murs bois A, B, C, D1 et D2
Contreplaqué	8,00	m³	Plans et devis	murs bois A, B, C, D1 et D2
Clous	253,20	kg	Plans et devis	clouage murs bois A, B, C, D1 et D2
AJOUTER				
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	12,40	m³	Plans et devis	murs bois A, B
PSL	0,50	m³	Plans et devis	murs bois A, B
Contreplaqué	4,60	m³	Plans et devis	murs bois A, B
Clous	76,90	kg	Plans et devis	clouage pour murs bois A, B
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	1013,9	m³	Plans et devis	empattements, semelles, murs, pilastres, dalles sol A,B, D1 et D2
Béton 30 MPa	429,90	m³	Plans et devis	radier C (moins les murs de cisaillement intérieurs)
Barres d'armature	122,00	t	Plans et devis	armature beton A,B, C, D1 et D2
Treillis d'armature	7,50	t	Plans et devis	dalles sur sol A, B, D1 et D2
Béton 35 MPa	52,90	m³	Plans et devis	dalle structurale étage C
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	246,70	t	Note de calculs	poutres, colonnes, contreventements - A, B, C, D1 et D2 toit et mezzanines
HSS	43,70	t	Note de calculs	colonnes A, B, C, D1 et D2 toit et mezzanines
Vis, écrous et boulons	14518,80	kg	Note de calculs	attaches structure acier A, B, C, D1 et D2
Plaques d'acier épaisses	34845,00	kg	Note de calculs	attaches structure acier A, B, C, D1 et D2
AJOUTER				
Planchers				
Béton 25 MPa	29,10	m³	Note de calculs	125mm dalles sur pontage étage mezzanines A, B, D1 et D2
Treillis d'armature	0,80	t	Note de calculs	treillis pour dalles sur pontage étage mezzanines A, B, D1 et D2
Pontage en acier	2,70	t	Note de calculs	dalles sur pontage étage mezzanines A, B, D1 et D2
Clous	20,60	kg	Note de calculs	clouage pour pontage en acier
AJOUTER				
Toiture				
Pontage en acier	37,10	t	Note de calculs	toits en acier A, B, C, D1 et D2
Clous	324,90	kg	Note de calculs	clouage pour pontage en acier
Poutrelles d'acier ajourées	10,10	t	Note de calculs	structure toit C
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Montant métallique	6,2	t	Note de calculs	murs extérieurs non porteur en colombages métalliques A, B, C, D1, D2
Vis, écrous et boulons	42,3	kg	Note de calculs	attaches pour murs extérieurs A, B, C, D1 et D2 (lisses, montants, entreprises, gypse)
Autres	17000	kg	Note de calculs	gypse régulier 5/8" pour murs extérieurs (Facteur GES tiré de Gestimat = 0.215 kg éq. CO2/kg)
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

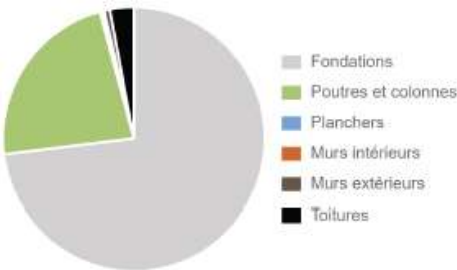
Rapport Gestimat – Projet réalisé

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

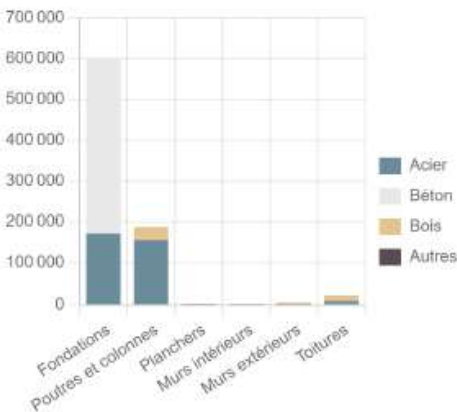
Scénario : Projet

Nom du projet	PICB_Lab -École Shefford
Numéro du projet	191012
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	171 180	429 763	0	0	600 943	73,1 %
Poutres et colonnes	155 596	0	31 202	0	186 797	22,7 %
Planchers	445	0	2 369	0	2 814	0,34 %
Murs intérieurs	165	0	1 392	0	1 557	0,189 %
Murs extérieurs	545	0	5 265	0	5 809	0,71 %
Toitures	9 838	0	14 431	0	24 269	3 %
Total	337 770	429 763	54 657	0	822 190	100 %
GES par m ²	78	99	13	0	190	

Superficie totale de plancher: 4326.2 m²



Date de modification: 2024-01-24 15 h 22 min 27 s
Date de génération: 2024-01-25 08 h 38 min 02 s

Annexe 4

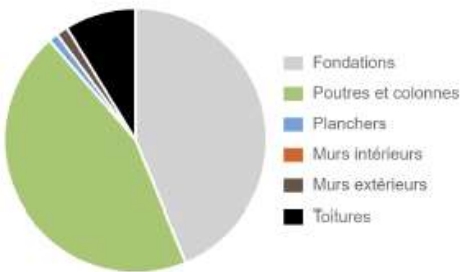
Rapport Gestimat – Scénario de référence

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

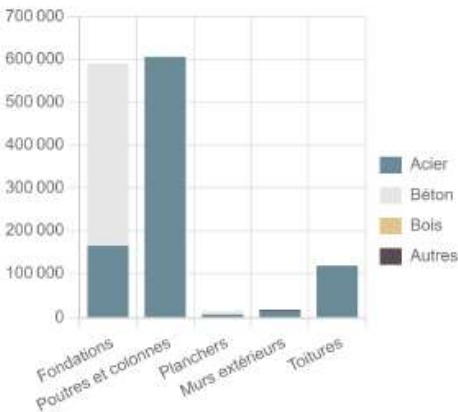
Scénario : Référence

Nom du projet	PICB_Lab -École Shefford
Numéro du projet	191012
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	164 206	426 177	0	0	590 383	43,7 %
Poutres et colonnes	605 956	0	0	0	605 956	44,9 %
Planchers	7 787	7 828	0	0	15 615	1,2 %
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0 %
Murs extérieurs	15 582	0	0	3 655	19 237	1,4 %
Toitures	118 322	0	0	0	118 322	8,8 %
Total	911 853	434 005	0	3 655	1 349 513	100 %
GES par m ²	211	100	0	1	312	

Superficie totale de plancher: 4326.2 m²



Date de modification: 2024-01-24 15 h 22 min 27 s
Date de génération: 2024-01-25 08 h 38 min 05 s

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Informations du projet			
Nom du projet	PICB Lab -École Shefford	Type de projet	Construction neuve
Numéro du projet	191012	Type de bâtiment	Éducation primaire et secondaire
Catalogue	Québec	Nombre d'étages	1
Emplacement	Shefford	Superficie totale (m ²)	4326.2
Année prévue	2023	Superficie au sol (m ²)	3794.3
Budget prévu	38,416 M\$	Version de l'analyse	-
Description :			

Scénarios analysés			
	Nom	GES totales (kg éq. CO ₂)	Description
Scénario 1	Projet	822 190	
Scénario 2	Référence	1 349 513	

Scénario retenu			
	Numéro	Type de structure	Émissions GES (kg éq. CO ₂)
Scénario de référence	2	Acier	1 349 513
Scénario retenu	1	Hybride acier-bois	822 190

Émissions de GES évitées: 527 323

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		13	8
Fondations	m³ béton armé	1 509	1 497
	tonne acier	130	130
Poutres et colonnes	tonne acier	50,7	247
	m³ bois	255	
Planchers	m² de planchers	1	1
Murs intérieurs	m² de murs	1	
Murs extérieurs	m² de murs	1	1
Toitures	m² de toitures	1	1

Superficie totale de plancher: 4326.2 m²
Superficie au sol: 3794.3 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)

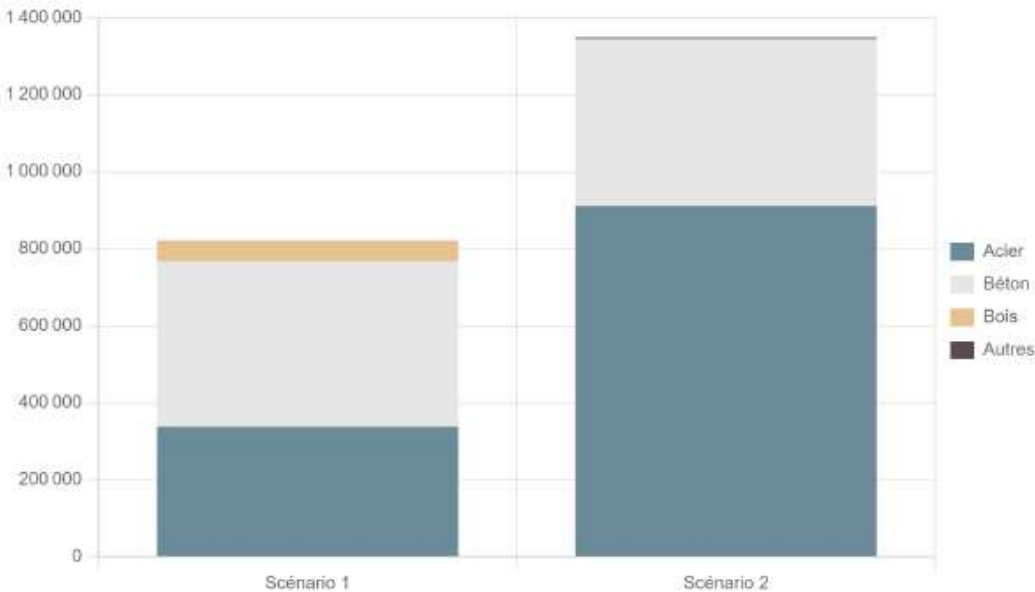
	Scénario 1	Scénario 2
Nom	Projet	Référence
Type de structure	Hybride acier-bois	Acier
Saisie inclue bâtiment(s) type(s)	Non	Non
Par matériau		
Acier	337 770	911 853
Béton	429 763	434 005
Bois	54 657	0
Autres	0	3 655
Par système constructif		
Fondations	600 943	590 383
Poutres et colonnes	186 797	605 956
Planchers	2 814	15 615
Murs intérieurs	1 557	0
Murs extérieurs	5 809	19 237
Toitures	24 269	118 322
GES totales		
Total	822 190	1 349 513
GES par m ²	190	312
Choix des scénarios		
Scénario de référence		X
Scénario retenu	X	
Émissions de GES évitées	527 323	-
% de réduction	39,1	-

Superficie totale de plancher: 4326,2 m²

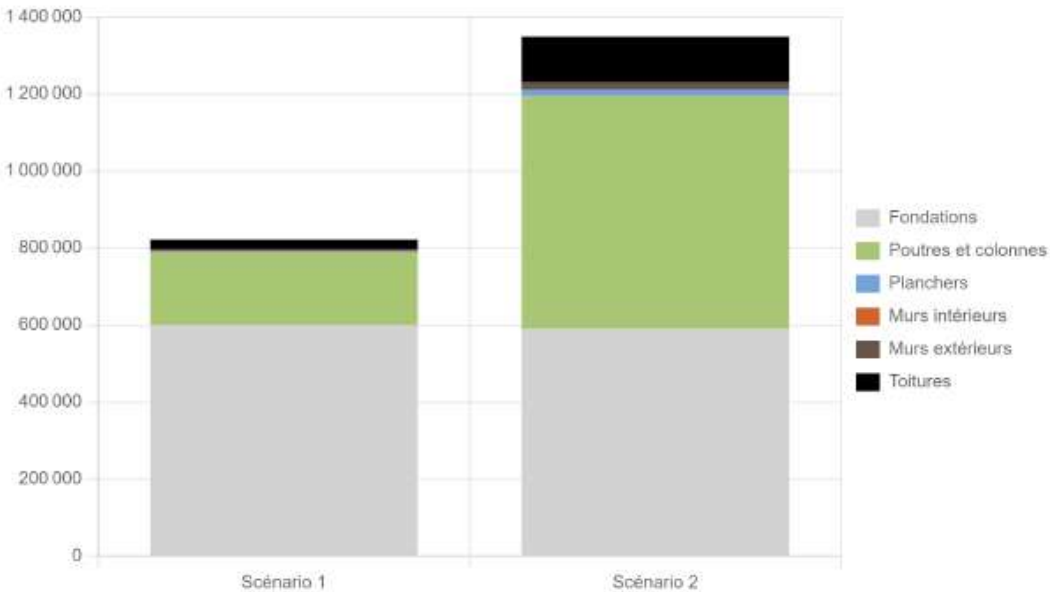
Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Comparaison des scénarios

Émissions de GES par matériau (kg éq. CO₂)



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





**RAPPORT DES ACTIVITÉS DE VÉRIFICATION DU RAPPORT DE PROJET
GES DU CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DU VAL-DES-CERFS DANS LE
CADRE DU PROGRAMME DE VITRINE TECHNOLOGIQUE POUR LES
BÂTIMENTS ET LES SOLUTIONS INNOVANTES EN BOIS**

Pour :

CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DU VAL-DES-CERFS

Monsieur Mario Beauvais
Directeur, service des ressources matérielles - projets
55, rue Court
Granby (Québec) J2G 9N6
Téléphone : 450-372-0165
cssvdc.gouv.qc.ca

Par :

ENVIRO-ACCÈS INC.

268, rue Aberdeen, bureau 204
Sherbrooke (Québec) J1H 1W5
Téléphone : 819-823-2230
www.enviroaccess.ca

7 février 2024

Avis de vérification

Aux gestionnaires de :

CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DU VAL-DES-CERFS

Enviro-access inc. (Enviro-access) a été retenue par Latéral Conseil (Consultant) afin de vérifier, en tant que tierce partie indépendante, le rapport de quantification des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet du Centre de services scolaire du Val-des-Cerfs (CSSVDC) intitulé *Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford* (Projet) daté du 30 janvier 2024 (Rapport de projet GES).

Le Projet a été réalisé dans le cadre du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois* du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). Le CSSVDC est responsable de la préparation de son Rapport de projet GES conformément 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* (Protocole). La quantité totale de réductions d'émissions de GES déclarée par le CSSVDC pour le Projet est de 527 323 kgCO₂eq.

Les objectifs de la vérification étaient de confirmer avec un niveau d'assurance raisonnable que le Rapport de projet GES est conforme aux exigences du Protocole et aux principes de la norme ISO 14064-2 :2019 et que la quantité de réductions d'émissions de GES déclarée est exempte d'écart significatif. La portée de la vérification incluait toutes les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du Projet et du scénario de référence mentionnés dans le Protocole en vigueur au moment de la tenue des activités de vérification.

Enviro-access est tenue d'exprimer un avis sur le Rapport de projet GES en se basant sur la vérification. Ainsi, l'équipe de vérification a examiné les documents fournis et a exécuté les procédures suivantes :

- ✓ Analyse des éléments du bâtiment du Projet en comparaison à ceux du bâtiment du scénario de référence afin de statuer sur leur équivalence fonctionnelle structurale;
- ✓ Évaluation de la justification du scénario de référence;
- ✓ Évaluation de la liste des matériaux de structure du bâtiment du Projet et de celle du bâtiment du scénario de référence à l'aide d'une revue des preuves pour le Projet et des lettres de l'ingénieure pour le Projet et le scénario de référence afin de statuer sur l'adéquation des types et des quantités de matériaux utilisés dans le cadre de l'analyse comparative des émissions de GES du Projet et du scénario de référence;
- ✓ Retraçage et traçage des données utilisées pour le calcul des réductions d'émissions de GES ;
- ✓ Évaluation du contrôle de la qualité des données fournies et identification des erreurs ;
- ✓ Évaluation de la conformité du Rapport de projet GES avec les exigences du Protocole.

Les données corroborant le Rapport de projet GES sont de type historique pour le projet et basées sur des hypothèses pour le scénario de référence. Elles proviennent de mesures ou d'estimations effectuées par le CSSVDC.

Enviro-accès conclut, avec un niveau d'assurance raisonnable, que la quantité de réductions d'émissions de GES attribuable à la fabrication des matériaux de structure déclarée par le CSSVDC pour son projet de Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford est exempte d'écarts importants et que le Rapport de projet GES répond aux exigences du Protocole.

L'avis de vérification fourni par Enviro-accès est donc positif.

Cependant, rien dans ce rapport de vérification ne doit être interprété à l'effet que la construction de ce bâtiment aurait généré ces réductions d'émissions de GES, car le Protocole utilisé ne concerne que la fabrication des matériaux.



Manon Laporte

Présidente-directrice générale

Enviro-accès inc

Numéro d'accréditation au Conseil canadien des normes : 1009-7/2

Le 7 février 2024

TABLE DES MATIÈRES

1.	SOMMAIRE DES INFORMATIONS SUR LA VÉRIFICATION.....	2
1.1	Information sur l'organisme de vérification.....	2
1.2	Information sur l'équipe de vérification et l'examineur indépendant affectés au mandat.....	2
1.3	Information sur les activités de vérification.....	3
1.4	Information sur le projet vérifié	4
2.	MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS DE LA VÉRIFICATION	5
2.1	Revue des sources d'émission à déclarer.....	5
2.2	Évaluation de la justification du scénario de référence.....	5
2.3	Évaluation des méthodologies utilisées pour évaluer les réductions d'émissions de GES.....	5
2.4	Recalcul des réductions d'émissions de GES.....	5
2.5	Retraçage et traçage des données.....	5
2.6	Évaluation des procédures de contrôle de la qualité des données et des calculs....	6
2.7	Révision du rapport de quantification des réductions d'émissions de GES attribuables aux matériaux de structure du Projet	7
2.8	Faits découverts après la vérification	7
3.	CONCLUSIONS DE LA VÉRIFICATION.....	8
3.1	Sommaire des écarts résiduels.....	8
3.2	Sommaire des non-conformités	8
3.3	Sommaire des opportunités d'amélioration	8

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats du retraçage et traçage des données.....	6
--	---

ANNEXES

ANNEXE I	DÉCLARATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS
ANNEXE II	RAPPORT DE PROJET GES DU CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DU VAL-DES-CERFS

1. SOMMAIRE DES INFORMATIONS SUR LA VÉRIFICATION

1.1 Information sur l'organisme de vérification

Nom et coordonnées	Enviro-accès inc. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230
Représentant	Manon Laporte, B.Sc., MBA <i>Présidente-directrice générale</i> mlaporte@enviroaccess.ca
Organisme d'accréditation	Conseil canadien des normes 55, rue Metcalfe, bureau 600 Ottawa (Ontario) K1P 6L5 Tél. : 613-238-3222 Fax : 613-569-7808
Numéro d'accréditation	1009-7/2
Date d'accréditation	29 juillet 2011

1.2 Information sur l'équipe de vérification et l'examineur indépendant affectés au mandat

Vérificatrice en chef et experte technique	Melissa Windsor, B.Sc.A 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 mwindsor@enviroaccess.ca
Examinatrice indépendante	Camille Mooney, ing., M.Env. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 cmooney@enviroaccess.ca

1.3 Information sur les activités de vérification

Objectifs	Exprimer une opinion sur la conformité du Rapport de projet GES par rapport aux principes de la norme ISO 14064-2:2019 et aux exigences du <i>Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois</i> et du <i>Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments</i> (Protocole). Déterminer si la quantité de réductions d'émissions de GES déclarée est exempte d'écarts importants.
Période de la tenue des activités	29 janvier au 7 février 2024
Niveau d'assurance	Raisonnable
Critères de vérification	Principes de la norme ISO 14064-2:2019 – <i>Spécifications et lignes directrices, au niveau des projets, pour la quantification, la surveillance et la déclaration des réductions d'émissions ou d'accroissements de suppressions de gaz à effet de serre</i> et exigences du Protocole en vigueur au moment de réaliser le mandat.
Norme de vérification	ISO 14064-3:2019 — <i>Spécifications et lignes directrices pour la vérification et la validation des déclarations des gaz à effet de serre</i>
Seuil d'importance relative	5 % du total des réductions d'émissions de GES
Sources d'émission visées	Selon les critères du Protocole
Période couverte	N/A
Conservation des documents	Tous les documents fournis initialement par le CSSVDC ou recueillis lors des activités de vérification (photocopies, photos, notes des vérificateurs, fichiers électroniques, correspondances électroniques ou autres) sont conservés sous format électronique sur un serveur sécurisé ou dans un classeur à accès restreint si seulement une copie papier est disponible. L'ensemble de ces documents sera conservé pour une durée minimale de sept années. Les dossiers de vérification peuvent être fournis sur demande écrite pour des motifs raisonnables et avec le consentement écrit du CSSVDC.
Absence de conflits d'intérêts	Une évaluation des risques pour l'impartialité a été réalisée par l'équipe de vérification afin d'évaluer les conflits d'intérêts (réels et potentiels) entre elle-même, l'organisme de vérification et le promoteur du Projet. Une déclaration d'absence de conflit d'intérêts est disponible en annexe.

1.4 Information sur le projet vérifié

Nom de l'entreprise responsable du projet	Centre de services scolaire du Val-des-Cerfs
Emplacement du projet de construction	Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford 1, rue Laurette-Bellefleur Shefford (Québec) J2M 0E8
Nom et coordonnées de la personne contact	Mario Beauvais <i>Directeur, service des ressources matérielles - projets</i> Tél. : 450-372-0165 cssvdc.gouv.qc.ca
Infrastructures physiques, activités et technologies	Matériaux de structure de bâtiments
Informations supplémentaires	Le projet concerne une école primaire composée de cinq pavillons dont la structure est principalement en bois : trois pavillons de classes, un bâtiment administratif et un gymnase.
Réductions totales déclarées pour le Projet	527 323 kgCO ₂ éq

2. MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS DE LA VÉRIFICATION

2.1 Revue des sources d'émission à déclarer

Une revue des listes de matériaux de structure du bâtiment du Projet et du bâtiment du scénario de référence a été réalisée avec la collaboration du consultant en structures, Latéral Conseil, qui était responsable du Rapport de projet GES du CSSVDC.

Enviro-accès conclut que toutes les sources d'émissions de GES exigées par le Protocole ont été considérées pour le Projet et le scénario de référence.

2.2 Évaluation de la justification du scénario de référence

La sélection et la justification du scénario de référence ont été examinées. Pour en arriver au choix d'un scénario de référence final, Latéral Conseil a réalisé un test de barrières. Toutefois, un seul scénario a été considéré pour ce test. Le CSSVDC aurait pu inclure un autre choix de scénario de référence à son test de barrières afin de justifier la sélection du scénario de référence qui consiste à utiliser une structure en acier (OA 1).

Enviro-accès conclut que la justification du scénario de référence correspond aux exigences du Protocole, mais qu'elle aurait pu être plus élaborée.

2.3 Évaluation des méthodologies utilisées pour évaluer les réductions d'émissions de GES

La quantification des émissions de GES du Projet et du scénario de référence, ainsi que des réductions d'émissions, a été réalisée par Cecobois à l'aide du logiciel Gestimat.

Enviro-accès conclut que la méthodologie de quantification des réductions d'émissions de GES correspond aux exigences du Protocole.

2.4 Recalcul des réductions d'émissions de GES

Toutes les émissions du Projet et du scénario de référence ont été calculées par le logiciel Gestimat. Tel que prévu au Protocole, un recalcul des réductions d'émissions de GES n'avait pas à être effectué.

2.5 Retraçage et traçage des données

Le retraçage et le traçage des données utilisées pour calculer les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure a été fait pour le Projet et pour le scénario de référence. Pour ce faire, les quantités de chacun des matériaux utilisés dans le calcul des émissions de GES ont été comparées aux données recueillies lors de la construction pour le Projet et aux estimations obtenues à partir d'un dimensionnement préliminaire de la structure du bâtiment pour le scénario de référence. Les quantités pour chacun des scénarios ont également été comparées aux quantités attestées par les professionnels responsables de la collecte des données.

Les quantités et les types de matériaux constituant les sources d'émissions de GES pour lesquelles le retraçage des données a été effectué représentent 100 % des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du Projet et 100 % des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence. Les types de données et les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Résultats du retraçage et traçage des données

Matériaux de construction	Observations
Béton 25 MPa	Aucune divergence n'a été constatée sur les quantités retracées pour l'ensemble des matériaux du Projet et du scénario de référence.
Béton 30 MPa	
Barres d'armature	
Treillis d'armature	
Vis, écrous et boulons	
Béton 35 MPa	
Bois lamellé-collé (BLC)	
Bois lamifié (LVL)	
Profilés extrudés moyens (W,S,C,L)	
Profilés tubulaires d'acier (HSS)	
Plaques d'acier épaisses	
Bois lamellé-croisé (CLT)	
Clous	
Contreplaqué	
Pontage en acier	
Poutrelle ajourée	
Bois d'œuvre	
Plaques d'acier minces	
Bois de copeaux parallèles (PSL)	
Panneau de lamelles orientées (OSB)	
Montant métallique	
Autres	

Enviro-accès conclut que les données servant aux calculs des réductions d'émissions de GES déclarées sont exemptes d'écarts significatifs.

2.6 Évaluation des procédures de contrôle de la qualité des données et des calculs

Le CSSVDC a mis en place bon nombre de contrôles qui permettent d'assurer la qualité des données servant aux calculs des réductions d'émissions de GES déclarées ainsi que celle des calculs eux-mêmes.

Toutefois, les calculs n'ont été revus par une seconde personne que partiellement. L'ensemble des calculs aurait pu être revu par une seconde personne afin de garantir leur précision (OA 2).

Enviro-accès conclut que les procédures de contrôle de la qualité des données et des calculs sont suffisantes pour les besoins du Rapport de projet GES.

2.7 Révision du rapport de projet GES

Le Rapport de projet GES présentant la quantification des réductions d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du Projet de CSSVDC a été revu.

Dans la première version de ce rapport, la donnée d'émissions de GES pour le matériau de catégorie « Autres » (gypse) n'avait pas été mentionnée. La donnée et sa source ont été ajoutées au tableau des quantités de matériaux du scénario de référence et une nouvelle version du rapport a été préparée.

Enviro-accès conclut que le rapport de projet GES est conforme aux exigences du Protocole.

2.8 Faits découverts après la vérification

Tel que stipulé à la section 10 de la norme ISO 14064-3 :2019, si des écarts importants sont découverts après la vérification, Enviro-accès devrait en être informée par écrit dans les meilleurs délais. Au besoin, le rapport de vérification sera rectifié et un nouvel avis de vérification pourrait être émis.

3. CONCLUSIONS DE LA VÉRIFICATION

3.1 Sommaire des écarts résiduels

Aucun écart résiduel n'a été constaté.

3.2 Sommaire des non-conformités

Aucune non-conformité n'a été identifiée.

3.3 Sommaire des opportunités d'amélioration

L'opportunité d'amélioration suivante a été identifiée :

OA 1 *Le CSSVDC aurait pu inclure un autre choix de scénario de référence à son test de barrières afin de justifier la sélection du scénario de référence.*

OA 2 *L'ensemble des calculs aurait pu être revu par une seconde personne.*

ANNEXES

ANNEXE I DÉCLARATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS

Nom et coordonnées de l'organisme de vérification



Siège social

268, rue Aberdeen, bureau 204

Sherbrooke (Québec) J1H 1W5

Tél. : 819-823-2230

enviro@enviroaccess.ca

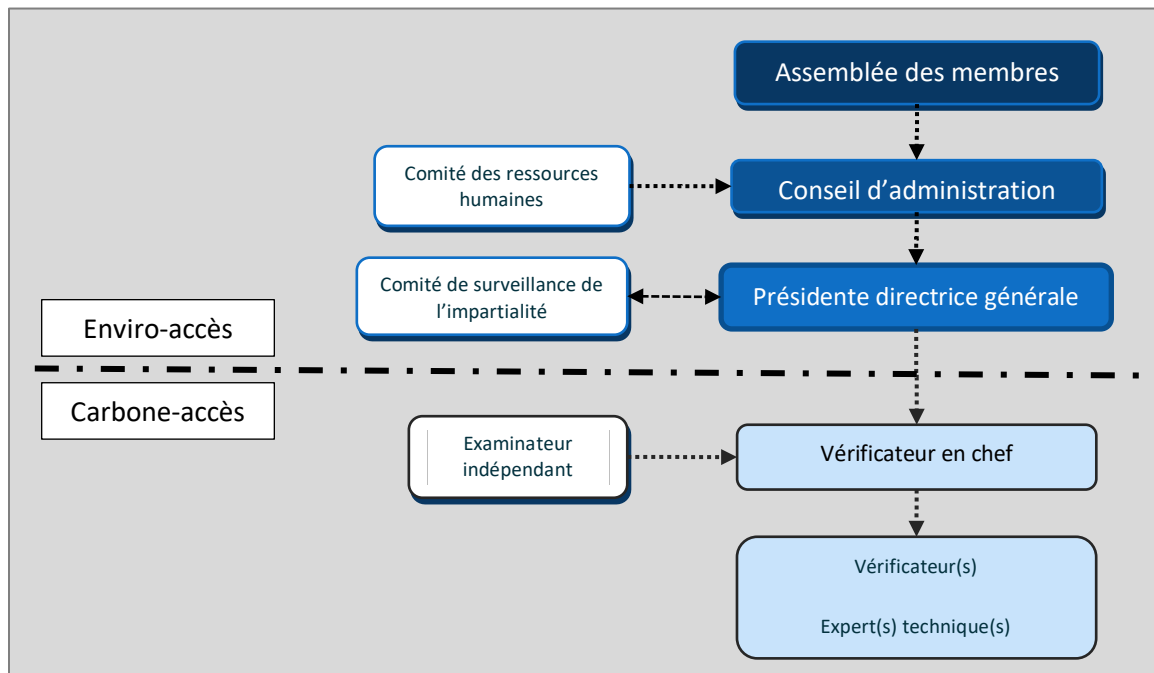
Domaines d'activités inclus à la portée de l'accréditation

Enviro-access inc. est un organisme accrédité selon la norme *ISO 14065:2020* par le Conseil canadien des normes dans le cadre du *Programme d'accréditation pour les gaz à effet de serre (PAGES)*. Le tableau suivant présente les domaines d'activités inclus à la portée de l'accréditation d'Enviro-access :

Domaines d'activités	
Organisation	
G1 S1.1	Général : Service
G1 S2	Procédés généraux de fabrication
G1 S3.1	Production d'énergie et transferts d'électricité : Production d'énergie
G1 S3.2	Production d'énergie et transferts d'électricité : Transferts d'électricité
G1 S4	Activité minière et extraction de minéraux
G1 S5	Production de métaux
G1 S6	Industrie chimique
G1 S7	Extraction de pétrole et de gaz, production et raffinage, y compris les produits pétrochimiques
G1 S8	Manutention et élimination des déchets
G1 S9	Agriculture, foresterie et changement d'affectation des terres (AFOLU)
Projet - Validation	
G2 SA.1	Réduction des émissions de GES provenant de la combustion de carburants : Production d'énergie renouvelable
G2 SA.3	Réduction des émissions de GES provenant de la combustion de carburant : Transport
G2 SC	Réduction et élimination des émissions de GES provenant de l'agriculture, de la foresterie et des autres utilisations des terres (AFOLU)
G2 SF	Décomposition des déchets, manipulation et élimination
VCS 14	Agriculture, foresterie, utilisation des terres
Projet - Vérification	
G3 SA.3	Réduction des émissions de GES provenant de la combustion de carburant : Transport
G3 SB	Réduction des émissions de GES provenant de procédés industriels (non-combustion, réactions chimiques, émissions chimiques fugitives, torchage et éventaillage du pétrole, etc.)
G3 SC	Réduction et élimination des émissions de GES provenant de l'agriculture, de la foresterie et d'autres utilisations des terres (AFOLU)
G3 SF	Décomposition des déchets, manipulation et élimination
VCS 14	Agriculture, foresterie, utilisation des terres
Programme de réglementation des carburants propres (RCP)	
2	Combustibles renouvelables/Biocombustibles/Combustibles à faible intensité en carbone (IC)

Organigramme de l'organisme de vérification

La figure suivante présente l'organigramme pour les activités de vérification d'Enviro-accès :



Équipe de vérification et examinateur indépendant

Le tableau qui suit présente les noms et coordonnées des membres de l'équipe de vérification et de l'examineur indépendant.

Rôle	Nom	Coordonnées
Vérificatrice en chef et experte technique	Melissa Windsor, B.Sc.A	268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 mwindsor@enviroaccess.ca
Examinatrice indépendante	Camille Mooney, ing., M.Env.	268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 cmooney@enviroaccess.ca

Attestation d'impartialité

Enviro-accès et son équipe de vérification ont réalisé une évaluation des risques de conflits d'intérêts. Enviro-accès déclare que le risque de conflit d'intérêts est acceptable.



Date : 7 février 2024

ENVIRO-ACCÈS INC.

Manon Laporte, B.Sc., MBA
Présidente-directrice générale

Vérificatrice en chef

En tant que vérificatrice en chef, je déclare être compétente et avoir participé à toutes les activités du processus de vérification.



Date : 7 février 2024

Melissa Windsor, B.Sc.A

Examinatrice indépendante

En tant qu'examinatrice indépendante, je déclare également être compétente et m'être assurée que toutes les étapes du processus de vérification ont été complétées et que les preuves recueillies par l'équipe de vérification sont suffisantes pour supporter l'opinion donnée dans l'avis de vérification avec un niveau d'assurance raisonnable.



Date : 7 février 2024

Camille Mooney, ing., M.Env.

Ordre des ingénieurs du Québec: 6013848

ANNEXE II RAPPORT DE PROJET GES DU CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DU VAL-DES-CERFS

Rapport de projet GES

Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford



Réalisé par Alexandra Andronescu, ing., Latéral

latéral.

Dans le cadre du Programme de vitrine technologique
pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois

30 janvier 2024

AlexAndr.

Alexandra Andronescu

Latéral

Responsable du projet
GES

Mario Beauvais

Mario Beauvais

Centre de services scolaire du
Val-des-Cerfs

Responsable administratif de
l'aide financière

Mario Beauvais

Mario Beauvais

Centre de services
scolaires du Val-des-Cerfs

Bénéficiaire de subvention

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec



Avec la participation financière

Fondsvert

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois (Programme). Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi que le Fonds vert 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.....	4
1.3 Description du projet de construction.....	4
1.4 Description et justification du scénario de référence.....	6
1.5 Données du projet GES	7
2. Quantification des émissions de GES	8
3. Annexes	8

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : Centre de services scolaire du Val-des-Cerfs
- Responsable administratif de l'aide financière : Mario Beauvais, Centre de services scolaire du Val-des-Cerfs
- Responsable – Rapport du projet GES : Alexandra Andronescu, Latéral;
- Responsable des estimations de quantités de matériaux (ingénieur ou architecte seulement) :
 - Projet construit : Alexandra Andronescu, ingénieure, Latéral;
 - Scénario de référence : Alexandra Andronescu, ingénieure, Latéral.
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Rosaline Larivière-Lajoie, Cecobois.
- Responsable de la vérification du rapport de projet GES : Mélissa Windsor, Enviro-accès

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Nouvelle école dans la municipalité du Canton de Shefford;
- 1, Rue Laurette-Bellefleur, Shefford, QC J2M 0E8 (Lot no 6 304 520 de la municipalité du Canton de Shefford)

1.3 Description du projet de construction

- nombre d'étages : 2 (pavillons A, B, D1 et D2 : rez-de-chaussée et mezzanines, pavillon C: sous-sol et rez-de-chaussée)
- superficie totale (pavillons A, B, C, D1 et D2) : 4326.2 m²
- superficie mezzanines (plancher CLT 100mm épaisseur pour pavillons A, B, D1, D2): 336m²
- superficie dalle structurelle rez-de-chaussée (pavillon C dalle structurelle en béton 300mm épaisseur): 196m²
- type d'occupation et usage du bâtiment : école primaire avec gymnase.

- Le projet comprend la construction d'une école primaire avec cinq pavillons (A, B, C – gymnase, D1 et D2) disposés dans une forme de rectangle presque fermé. Les pavillons communiquent entre eux par des corridors d'accès. La structure des pavillons est généralement similaire : des toits en pente, avec la structure en bois – généralement apparent, en contreplaqué de 28mm, qui est supporté par des solives de bois en lamellé-collé 80x480 espacées à 813mm, qui portent en périphérie sur des murs porteurs en bois (qui font office aussi des murs de cisaillement) et au centre sur des poutres et colonnes en bois lamellé-collé. Les mezzanines (A, B, D1 et D2) sont en CLT de 100mm d'épaisseur, supportées généralement par des poutres et colonnes en bois lamellé-collé. Au niveau du rez-de-chaussée (A, B, D1 et D2) le plancher est une dalle sur sol 150mm coulée contre du remblai. Au périmètre, la structure des murs de façade est assise sur des murs de fondation construits à l'abri du gel et à l'intérieur les colonnes sont supportées par des emplacements isolés. Dans la vicinity des corridors d'accès entre les pavillons A-B-C-D1, pour répondre aux conditions d'incombustibilité, la structure de bois a été remplacée par une structure d'acier (pontage de 38mm sur poutres et colonnes d'acier). Dans le pavillon B (pavillon principal) pour permettre l'utilisation de grandes portées et limiter le nombre de colonnes, des poutres en acier reprennent la charge du toit (contreplaqué 28mm, contreplaqué 15.5mm, pontage d'acier 38mm supportés par des fermes traditionnelles en bois ou poutres d'acier) et la transfèrent aux colonnes en acier. Le système de résistance aux forces latérales dues au vent et au séisme est constitué par les murs de bois généralement installés dans les murs de façade des bâtiments. Dans les cas des pavillons A et B, les murs intérieurs sur les axes au centre servent aussi de contreventement. Dans le cas du gymnase, la dalle basse (radier de 450mm d'épaisseur à grandeur à cause des conditions géotechniques – le niveau de la nappe phréatique très haute) est située au niveau du sous-sol. La partie gymnase du pavillon C a une hauteur double et au niveau du toit nous retrouvons le même contreplaqué de 28mm assis sur des solives en lamellé-collé espacées à 1.2m et supportées par des fermes hybrides lamellés-collés – acier qui font la largeur complète du gymnase. La structure de l'étage du gymnase (niveau du rez-de-chaussée) est formée d'une dalle structurelle de béton de 300mm d'épaisseur. La structure du toit dans cette zone du bâtiment, considérant la présence des plafonds, est constituée des fermes ajourées traditionnelles de bois, espacées généralement à 610mm et recouvertes par un contreplaqué 15.5mm. Toujours dans le cas du pavillon C, le système de résistance aux forces latérale comprend dans une direction des murs de bois de cisaillement, tandis que dans l'autre direction, une structure en acier avec des contreventements en X est installée sur chaque côté du bâtiment.
- Dans le cas du pavillon principal (B) et des pavillons des classes (A, D1 et D2), le concept architectural prévoyait la construction des mezzanines pour les espaces de collaboration et pour les espaces de mécanique. Pour s'encadrer dans le contexte et la vision architecturale du projet, la structure des planchers devait être conçue pour être le plus mince possible. L'innovation du projet consiste dans la réalisation d'un système collaborant de poutres de bois (lamellé-collé) et platelage de bois (CLT), réalisé entièrement au chantier, sans préfabrication complexe, par choix judicieux de quincaillerie. Ainsi, les dalles en CLT des mezzanines sont fixées aux poutres et aussi l'une à l'autre afin d'assurer une continuité dans les deux directions, en obtenant une action composite sans l'ajout d'une dalle de béton. Enfin, la réalisation d'un tel système collaborant platelage-poutre au chantier nous permet

d'utiliser une solution simple, plus économique et plus flexible (surtout dans le cas des éléments de plus longues portées).

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 sont similaires :

- la géométrie du bâtiment, la superficie de plancher totale et le nombre d'étages;
- la hauteur libre nette équivalente pour tous les scénarios.
- les fonctionnalités offertes par les systèmes constructifs.

Suivant la méthodologie du test des barrières, le scénario de référence sera un bâtiment avec la superstructure (toit et mezzanines) en acier reposant sur des fondations de béton.

Pour les cinq pavillons, la structure des toits est en pontage d'acier 38mm profondeur sur des poutres en acier espacées généralement à 1626mm. Des poutres d'acier en façades (avec une trame générale de 5m) et aux axes centraux (avec une trame générale de 8.0m) reprendront par la suite la charge pour la transférer aux colonnes d'acier. Au-dessus du gymnase des fermes en acier reprennent les charges des poutrelles pour la ramener ensuite aux colonnes. Pour les pavillons A, B, D1 et D2, les dalles des mezzanines seront en béton 125mm sur pontage d'acier soit 38mm profondeur, ou 76mm de profondeur, le tout supporté par des poutres et colonnes en acier. Tout comme le projet de construction, les fondations seront en mur de béton enfoui à l'abri du gel. Des dalles sur sol conventionnel de 150mm sont coulées contre le remblai au niveau du rez-de-chaussée. Dans le cas du gymnase, le plancher de l'étage (niveau rez-de-chaussée) est une dalle de béton 300mm épaisseur, supportée du côté gymnase par des colonnes en béton et de côté extérieur par les murs de fondation périphériques. Le plancher du gymnase est un radier à grandeur, de 450mm épaisseur. Le système de contreventement sera pour chacun des cinq pavillons des contreventements en acier en X installés dans les murs extérieurs, ainsi que dans les axes au centre dans le cas des pavillons A et B.

Le tableau ci-dessous indique les différences pour les deux systèmes constructifs :

Système	Projet de construction	Scénario de référence
Fondations	A, B, D1, D2 - murs de fondation en béton à l'abri du gel, empattements intérieurs isolés, dalle sur sol 150mm	A, B, D1, D2 - murs de fondation en béton à l'abri du gel, empattements intérieurs isolés, dalle sur sol 150mm
	C - radier 450mm avec murs de fondation enfoui à 2.5m dans le sol	C - radier 450mm avec murs de fondation enfoui à 2.5m dans le sol
Poutres et colonnes	bois en lamellé-collé, acier	acier
	C - colonnes de béton pour reprendre la dalle structurelle.	C - colonnes de béton pour reprendre la dalle structurelle.
Plancher	A, B, D1, D2 - dalle en CLT 100mm	A, B, D1, D2 - dalle béton 125mm sur pontage d'acier 38mm
	C - dalle structurelle en béton armé 300mm épaisseur	C - dalle structurelle en béton armé 300mm épaisseur
Toiture	A, D1 - contreplaqué 28mm, pontage acier 38mm	A, B, C, D1, D2 - pontage acier 38mm
	D2 - contreplaqué 28mm	
	B - contreplaqué 28mm, 15.5mm, pontage acier 38mm	
	C - contreplaqué 28mm, 15.5mm	
Murs extérieurs	Murs de bois porteurs, de cisaillement	Murs non-porteurs
Murs intérieurs	Murs de bois de cisaillement	Murs non-porteurs

Tableau avec le test de barrières pour justifier le scénario de référence.

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence
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 : nombres d'attaches en chantier légèrement plus élevé	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

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 ». Les types et quantités de matériaux utilisés pour le projet GES sont déterminés suivant les plans et devis émis pour construction en date du 14 février 2022 et les dessins d'atelier et de fabrication des sous-traitants en armatures, charpente d'acier et charpente de bois lors de la période de construction.

Les données du scénario de référence retenues sont obtenues à partir d'un dimensionnement préliminaire de la structure des bâtiments. 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 en annexe.

La structure des bâtiments (projet GES) comporte une portion importante de bois. Le volume de bois pour les éléments en lamellé-collé est de 255m³. Le volume de bois d'œuvre utilisé est de 87m³, celui de CLT est de 34m³, tandis que le contreplaqué est de 107m³. Le volume total de bois dans le projet s'élève à 497.4 m³ (contreplaqué et OSB, poutrelles ajourées et fermes traditionnelles de bois inclus).

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m ³)
497.4

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)
1,349,513.0	822,190.0	527,323.0

3. Annexes

- tableau des quantités de matériaux ;
- lettre des estimateurs de quantités de matériaux ;
- rapports complets du Gestimat :
 - quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit et de son scénario de référence;
 - rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence.
- rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3.

Latéral Conseil Inc.
—ingénieurs en structure

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

6610 Hutchison
Bureau 120
Montréal (QC)
H2V 4E1

lateralconseil.com

Réf : R191012-01-01

Montréal, le 25 janvier 2024

Lab-École Shefford – 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, je certifie 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. Ma signature certifie également que les renseignements fournis et tous documents transmis comme preuve sont complets et exacts.

N'hésitez pas à me contacter pour toutes questions.
Bien à vous,

Alexandra Andronescu
_ing.





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

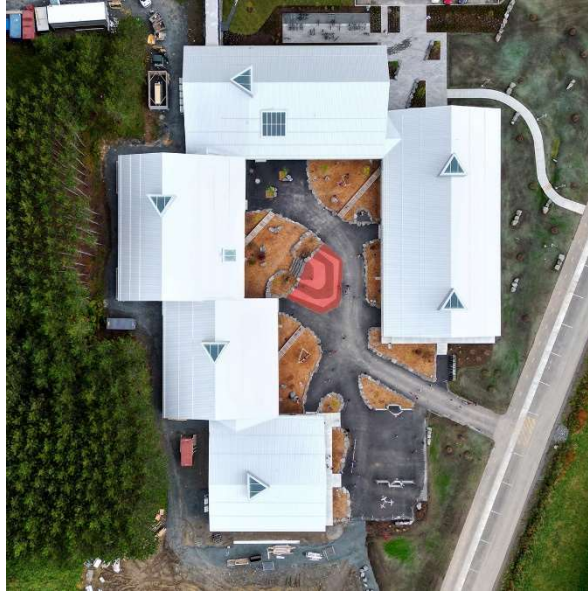


Photo transmise par : Latéral Conseils

Projet réalisé : Lab-École Shefford

Rapport produit dans le cadre du programme de
Vitrine technologique pour les bâtiments et
les solutions innovantes en bois

Client : Latéral Conseils

6610 rue Hutchison, bureau #120

Montréal (Québec), H2V 4E1

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, ing.

Approuvée par : Caroline Frenette, ing.

Date : 2 février 2024 (révision 2)

1 Contexte

Le programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois du ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) découle des mesures de la Charte du bois pour favoriser la construction non résidentielle et multifamiliale en bois. Il répond également à la priorité 19.4.2 du PACC 2020 de favoriser la construction de bâtiments à faible empreinte carbone par la réalisation de projets mobilisateurs en lien avec l'utilisation du bois dans la construction. Ce programme bénéficie d'un budget du Fonds vert, ce qui requière une réduction des émissions de GES dans les projets supportés financièrement.

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 non résidentielle et multifamiliale au Québec. Accroître l'utilisation du bois en démontrant ses possibilités dans le marché non résidentiel et multifamilial de la construction au Québec tout en s'assurant de faire usage du bon matériau au bon endroit.
- Diffuser dans le milieu de la construction des solutions techniques avantageuses quant aux matériaux en bois et aux systèmes développés à partir de modèles de référence, et ce, afin de favoriser une utilisation à plus grande échelle. Développer le savoir-faire technique et professionnel amenant l'évolution des pratiques et permettant ensuite l'émergence d'autres projets en bois.

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

- Vitrine technologique de solutions innovantes : projets de construction qui proposent l'introduction d'une solution innovante en bois pour en faciliter sa commercialisation à grande échelle et même son exportation dans le secteur de la construction. Une solution innovante peut être, par exemple, un nouveau produit, un système de construction, un assemblage ou une nouvelle application d'un produit.
- Vitrine technologique de bâtiments innovants : projets mobilisateurs de construction de bâtiments innovants en bois. Les bâtiments admissibles peuvent être dans les secteurs de la construction non résidentielle ou encore multifamiliale. Le caractère innovant peut provenir, par exemple, de l'usage du bâtiment, de son ampleur par son nombre d'étages ou sa superficie, de la combinaison des matériaux employés ou de l'utilisation de nouveaux systèmes ou de nouvelles techniques de construction.

Le projet doit 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.

Latéral Conseils a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de la **Lab-École Shefford**. Basée sur les informations fournies par **Latéral Conseils**, l'évaluation GES a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat en date du 25 janvier 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 **Latéral Conseils**.

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 **Lab-École Shefford**, 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 Cecoboïs 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 et d'enveloppe 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 et d'enveloppe 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 et le Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et en Éco-conception (LIRIDE), affilié à l'Université de Sherbrooke.

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 de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en 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 Cecoboïs par **Latéral Conseils**.

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 : Lab-École Shefford

Situé à Shefford en Estrie, le projet comprend la construction d'une école primaire constituée de cinq pavillons: classes primaires (A, D1 et D2), administration et cafeteria (B) et gymnase (C), disposés dans une forme de rectangle presque fermé. Les pavillons communiquent entre eux par des corridors d'accès. Le bâtiment a une superficie au sol de 3794 m² et une superficie totale de planchers de 4326 m².

La présente évaluation inclut les fondations en béton armé (empattements, semelles, murs de fondation, pilastres, dalles sur sol, radier, dalle structurale et murets de périmètres), les poutres et colonnes du rez-de-chaussée, la structure du plancher des mezzanines et la structure des toitures. Les murs extérieurs et les murs intérieurs porteurs ont également été inclus dans l'évaluation GES.

Le système de toiture des pavillons accueillant les classes (A, D1 et D2) est composé de solives en bois lamellé-collé (BLC), recouvertes de contreplaqué, et supportées en périphérie par des murs porteurs en ossature légère en bois (OLB) et au centre par une structure en poutres et colonnes en BLC. La structure du pavillon B est, quant à elle, composée d'un système de toiture en poutres d'acier et en fermes de toit légères en bois recouvert de contreplaqué et supporté par des poutres en bois et des colonnes en acier. Pour l'ensemble de ces quatre pavillons, les forces latérales dues au vent et au séisme sont reprises par les murs de refend en OLB en façade. Dans le cas des pavillons A et B, des murs de refend intérieurs sont également présents au centre des pavillons. Ces quatre pavillons incluent également des mezzanines en bois lamellé-croisé (CLT) supportés par des poutres et colonnes en BLC. Les dalles en CLT sont assemblées l'une à l'autre en plus d'être fixées aux poutres afin d'assurer une continuité bidirectionnelle, obtenant ainsi une action composite sans l'ajout d'une dalle de béton. Au niveau du rez-de-chaussée, le plancher de ces pavillons est composé d'une dalle sur sol en béton coulée contre du remblai.

Pour le pavillon C, le système de toiture au-dessus du gymnase est composé de solives en BLC recouvertes de contreplaqué et supportées par des fermes de toit hybrides en BLC et en acier. Ces fermes hybrides reposent sur des poteaux en BLC d'un étage hors-sol qui sont posés sur des murs en béton armé d'un étage en sous-sol pour créer la double hauteur de

la section du gymnase. Les murs de bout sont composés d'une structure contreventée en acier. Une seconde section de deux étages (niveaux sous-sol et rez-de-chaussée) est adjacente au gymnase. La toiture de cette section est composée de fermes de toit légères en bois recouvertes de contreplaqué, et supportées par des murs en OLB. Le plancher du rez-de-chaussée est formé d'une dalle structurale en béton armé supportée par des colonnes en BLC. Pour ce pavillon, les forces latérales dues au vent et au séisme sont reprises dans des murs de refend en bois dans la direction longitudinale, et par une structure contreventée en acier dans l'autre direction. Le plancher du pavillon C est un radier situé au niveau du sous-sol.

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

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence est composé des mêmes cinq pavillons avec une superstructure en acier. Pour assurer la comparabilité des deux scénarios, le scénario de référence a été modélisé avec les mêmes géométries, hauteurs libres et fonctionnalités de bâtiment que ceux du projet réalisé.

Tout comme le projet réalisé, le scénario de référence inclut les fondations en béton armé (empattements, semelles, murs de fondation, pilastres, dalles sur sol, radier, dalle structurale et murets de périmètres), ainsi que le système de poutres et colonnes du rez-de-chaussée, la structure du plancher des mezzanines et la structure des toitures. Les murs extérieurs non porteurs ont également été inclus dans l'évaluation GES afin d'assurer la comparabilité avec le projet réalisé.

Pour la fondation en béton armé, les quantités de matériaux considérées dans ce système sont légèrement différentes de celles du projet en raison de l'absence de murs de cisaillement et d'ancrages pour les colonnes. Autre que les fondations en béton armé, l'ensemble de la superstructure est en acier. La structure de la toiture des cinq pavillons est composée d'un système de poutres et de fermes de toit en acier supportant un pontage métallique et supporté par des colonnes en acier. Le plancher des mezzanines des pavillons A, B, D1 et D2 est une dalle sur pontage supporté par des colonnes en acier. Les murs extérieurs sont en colombages métalliques recouverts de panneaux de gypse (facteur d'émissions de GES tiré de Gestimat : 0.215 kg éq. CO²/kg). Les forces latérales dues au vent et au séisme sont reprises par des structures contreventées en acier.

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

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, Cecobois a été mandaté par **Latéral Conseils** pour quantifier la

réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, soit la **Lab-École Shefford**, 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 **Latéral Conseils**. 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 **Latéral Conseils**.

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé : Lab-École Shefford

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 822 190 kg éq. CO₂, soit 190 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Pour le projet réalisé, 73 % des émissions de GES sont associées aux matériaux composant les fondations, soit 600 943 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes en bois et en acier (incluant les fermes de toit hybride du pavillon C) sont responsables de 23 % des émissions de GES, soit 186 797 kg éq. CO₂, tandis que la structure en CLT des mezzanines des pavillons A, B, D1 et D2 sont responsables 0.3 % des émissions de GES, soit 2 814 kg éq. CO₂. Le contreplaqué et le pontage métallique recouvrant les toitures des pavillons et les fermes de toit en ossature légère en bois composant la toiture du pavillon B sont responsables de 3 % des émissions de GES, soit 24 269 kg éq. CO₂. Les murs de refend intérieurs et extérieurs en OLB sont, quant à eux, responsables de 1 % des émissions de GES totales, soit 7 366 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 52 % sont attribuables au béton des fondations, 41 % sont attribuables à l'acier d'armatures, des poutres et colonnes et des systèmes d'assemblage et 7 % sont attribuables au bois des éléments structuraux (figure 1).

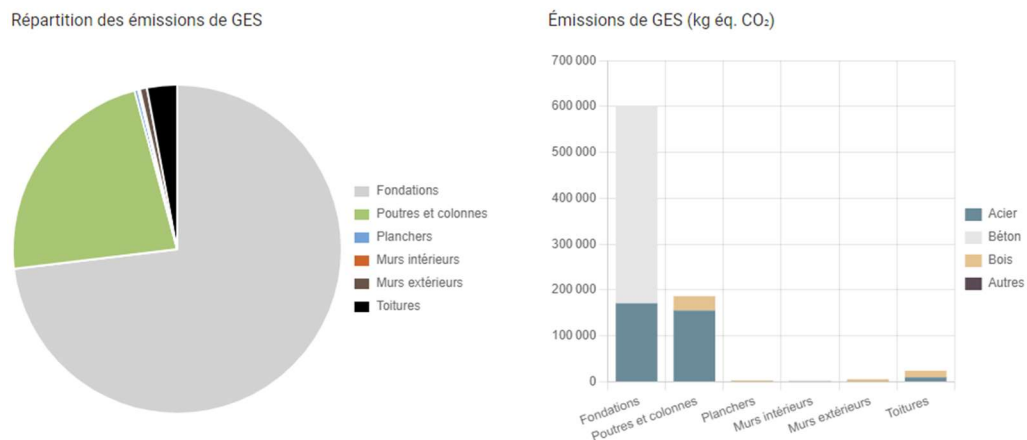


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 1 349 513 kg éq. CO₂, soit 312 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Pour le scénario de référence, 44 % des émissions de GES sont associées aux matériaux des fondations, soit 590 383 kg éq. CO₂. Les poutres, colonnes et contreventements en acier sont, quant à eux, responsables de 45 % des émissions de GES, soit 605 956 kg éq. CO₂. Les dalles sur pontage des planchers des mezzanines et les murs extérieurs non porteurs sont chacun responsables d'environ 1 % des émissions de GES, soit respectivement 15 615 kg éq. CO₂ et 19 237 kg éq. CO₂. Le pontage métallique recouvrant les toitures des pavillons et les fermes de toit en acier léger composant la majorité de la toiture du pavillon C sont responsables de 9 % des émissions de GES, soit 118 322 kg éq. CO₂.

En ce qui concerne les matériaux utilisés dans ce scénario, les émissions de GES se répartissent de la manière suivante : 32 % sont attribuables au béton des fondations et des dalles des mezzanines et 68 % sont attribuables à l'acier d'armatures, des poutres et colonnes, des pontages et des murs extérieurs (figure 2).

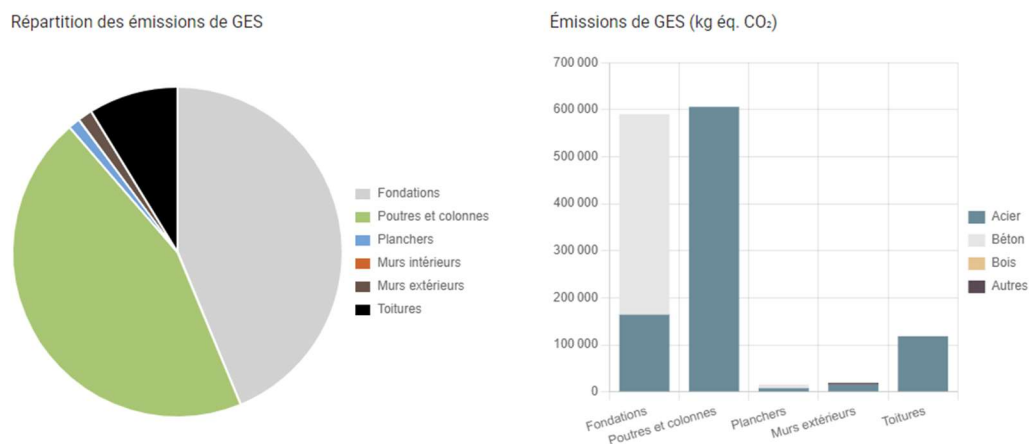


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

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 527 323 kg éq. CO₂, qui représente une réduction de 122 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une diminution de 39 % 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 hybride bois massif, ossature légère en bois et acier pour le projet réalisé comparativement à une structure majoritairement en acier pour le scénario de référence.

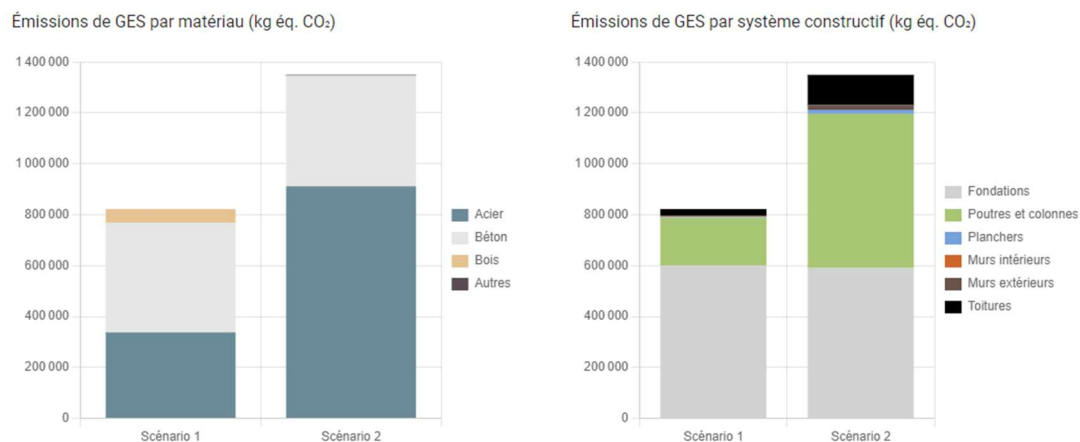


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusion

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MRNF, Cecobois a été mandaté par **Latéral Conseils** 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 **Lab-École Shefford**, 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 **Latéral Conseils**. 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 25 janvier 2024, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies. La seconde et dernière révision à ce jour de l'évaluation a été réalisée en date 2 février 2024.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 822 190 kg éq. CO₂, soit 190 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 1 349 513 kg éq. CO₂, soit 312 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 527 323 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 122 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 **Latéral Conseils**.

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	1021,40	m³	Plans et devis	empattements, semelles, murs, pilastres, dalles sol A,B, D1 et D2
Béton 30 MPa	434,80	m³	Plans et devis	murs intérieurs cisaillement A,B, D1 et D2, radier C
Barres d'armature	122,90	t	Plans et devis	armature beton A,B, C, D1 et D2
Treillis d'armature	7,50	t	Plans et devis	dalles sur sol A, B, D1 et D2
Vis, écrous et boulons	1876,10	kg	Plans et devis	ancrages colonnes, HDU et lisses aux fondations
Béton 35 MPa	52,90	m³	Plans et devis	dalle structurelle étage C
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
BLC	116,70	m³	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D2, selon dessins atelier fabricant
LVL	4,30	m³	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
BLC	138,20	m³	Fournisseurs	solives de toit A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	50,70	t	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
HSS	16,60	t	Fournisseurs	poutres et colonnes A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
Vis, écrous et boulons	1734,30	kg	Note de calculs	boulons structure acier et bois A, B, C, D1 et D22, estimation selon dessins atelier fabricant
Plaques d'acier épaisses	14652,50	kg	Fournisseurs	plaques structure acier et bois A, B, C, D1 et D22, selon dessins atelier fabricant
Plaques d'acier épaisses	748,10	kg	Plans et devis	plaques HDU pour structure bois A, B, C, D1 et D2
AJOUTER				
Planchers				
CLT	33,60	m³	Plans et devis	planchers mezzanines A, B, D1 et D2
Clous	207,00	kg	Plans et devis	clouage pour planchers mezzanines A, B, D1 et D2
AJOUTER				
Toiture				
Contreplaqué	94,70	m³	Plans et devis	toits en bois A, B, C, D1 et D2
Pontage en acier	3,50	t	Plans et devis	toits en acier A, B, D1 et D2
Clous	341,60	kg	Plans et devis	clouage pour toits en bois et en acier
Poutrelle ajourée	1903,20	m. lin.	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
Bois d'œuvre	32,10	m³	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
Vis, écrous et boulons	54,50	kg	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
Plaques d'acier minces	84,90	kg	Fournisseurs	fermes de toit B, C estimation selon dessins atelier fabricant
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	42,30	m³	Plans et devis	murs bois A, B, C, D1 et D2
PSL	3,30	m³	Plans et devis	murs bois A, B, D1 et D2
OSB	6,60	m³	Plans et devis	murs bois A, B, C, D1 et D2
Contreplaqué	8,00	m³	Plans et devis	murs bois A, B, C, D1 et D2
Clous	253,20	kg	Plans et devis	clouage murs bois A, B, C, D1 et D2
AJOUTER				
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	12,40	m³	Plans et devis	murs bois A, B
PSL	0,50	m³	Plans et devis	murs bois A, B
Contreplaqué	4,60	m³	Plans et devis	murs bois A, B
Clous	76,90	kg	Plans et devis	clouage pour murs bois A, B
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	1013,9	m³	Plans et devis	empattements, semelles, murs, pilastres, dalles sol A,B, D1 et D2
Béton 30 MPa	429,90	m³	Plans et devis	radier C (moins les murs de cisaillement intérieurs)
Barres d'armature	122,00	t	Plans et devis	armature béton A,B, C, D1 et D2
Treillis d'armature	7,50	t	Plans et devis	dalles sur sol A, B, D1 et D2
Béton 35 MPa	52,90	m³	Plans et devis	dalle structurale étage C
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	246,70	t	Note de calculs	poutres, colonnes, contreventements - A, B, C, D1 et D2 toit et mezzanines
HSS	43,70	t	Note de calculs	colonnes A, B, C, D1 et D2 toit et mezzanines
Vis, écrous et boulons	14518,80	kg	Note de calculs	attaches structure acier A, B, C, D1 et D2
Plaques d'acier épaisses	34845,00	kg	Note de calculs	attaches structure acier A, B, C, D1 et D2
AJOUTER				
Planchers				
Béton 25 MPa	29,10	m³	Note de calculs	125mm dalles sur pontage étage mezzanines A, B, D1 et D2
Treillis d'armature	0,80	t	Note de calculs	treillis pour dalles sur pontage étage mezzanines A, B, D1 et D2
Pontage en acier	2,70	t	Note de calculs	dalles sur pontage étage mezzanines A, B, D1 et D2
Clous	20,60	kg	Note de calculs	clouage pour pontage en acier
AJOUTER				
Toiture				
Pontage en acier	37,10	t	Note de calculs	toits en acier A, B, C, D1 et D2
Clous	324,90	kg	Note de calculs	clouage pour pontage en acier
Poutrelles d'acier ajourées	10,10	t	Note de calculs	structure toit C
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Montant métallique	6,2	t	Note de calculs	murs extérieurs non porteur en colombages métalliques A, B, C, D1, D2
Vis, écrous et boulons	42,3	kg	Note de calculs	attaches pour murs extérieurs A, B, C, D1 et D2 (lisses, montants, entreprises, gypse)
Autres	17000	kg	Note de calculs	gypse régulier 5/8" pour murs extérieurs (Facteur GES tiré de Gestimat = 0.215 kg éq. CO2/kg)
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

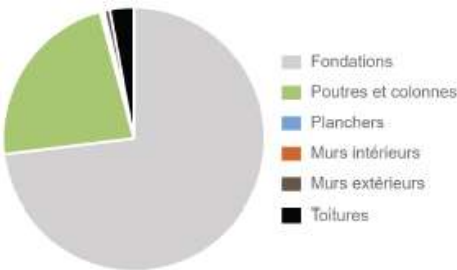
Rapport Gestimat – Projet réalisé

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

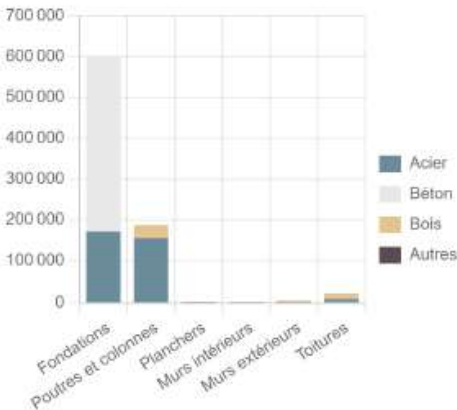
Scénario : Projet

Nom du projet	PICB_Lab -École Shefford
Numéro du projet	191012
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	171 180	429 763	0	0	600 943	73,1 %
Poutres et colonnes	155 596	0	31 202	0	186 797	22,7 %
Planchers	445	0	2 369	0	2 814	0,34 %
Murs intérieurs	165	0	1 392	0	1 557	0,189 %
Murs extérieurs	545	0	5 265	0	5 809	0,71 %
Toitures	9 838	0	14 431	0	24 269	3 %
Total	337 770	429 763	54 657	0	822 190	100 %
GES par m ²	78	99	13	0	190	

Superficie totale de plancher: 4326.2 m²



Date de modification: 2024-01-24 15 h 22 min 27 s
Date de génération: 2024-01-25 08 h 38 min 02 s

Annexe 4

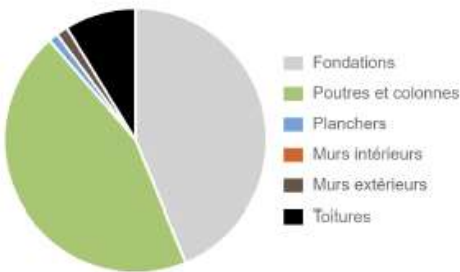
Rapport Gestimat – Scénario de référence

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

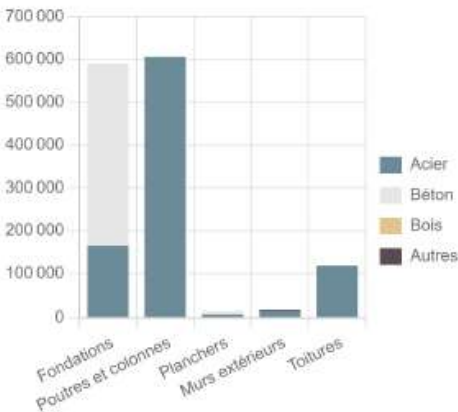
Scénario : Référence

Nom du projet	PICB_Lab -École Shefford
Numéro du projet	191012
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	164 206	426 177	0	0	590 383	43,7 %
Poutres et colonnes	605 956	0	0	0	605 956	44,9 %
Planchers	7 787	7 828	0	0	15 615	1,2 %
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0 %
Murs extérieurs	15 582	0	0	3 655	19 237	1,4 %
Toitures	118 322	0	0	0	118 322	8,8 %
Total	911 853	434 005	0	3 655	1 349 513	100 %
GES par m ²	211	100	0	1	312	

Superficie totale de plancher: 4326.2 m²



Date de modification: 2024-01-24 15 h 22 min 27 s
Date de génération: 2024-01-25 08 h 38 min 05 s

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

Informations du projet			
Nom du projet	PICB Lab -École Shefford	Type de projet	Construction neuve
Numéro du projet	191012	Type de bâtiment	Éducation primaire et secondaire
Catalogue	Québec	Nombre d'étages	1
Emplacement	Shefford	Superficie totale (m ²)	4326.2
Année prévue	2023	Superficie au sol (m ²)	3794.3
Budget prévu	38,416 M\$	Version de l'analyse	-
Description :			

Scénarios analysés			
	Nom	GES totales (kg éq. CO ₂)	Description
Scénario 1	Projet	822 190	
Scénario 2	Référence	1 349 513	

Scénario retenu			
	Numéro	Type de structure	Émissions GES (kg éq. CO ₂)
Scénario de référence	2	Acier	1 349 513
Scénario retenu	1	Hybride acier-bois	822 190

Émissions de GES évitées: 527 323

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		13	8
Fondations	m³ béton armé	1 509	1 497
	tonne acier	130	130
Poutres et colonnes	tonne acier	50,7	247
	m³ bois	255	
Planchers	m² de planchers	1	1
Murs intérieurs	m² de murs	1	
Murs extérieurs	m² de murs	1	1
Toitures	m² de toitures	1	1

Superficie totale de plancher: 4326.2 m²
Superficie au sol: 3794.3 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)

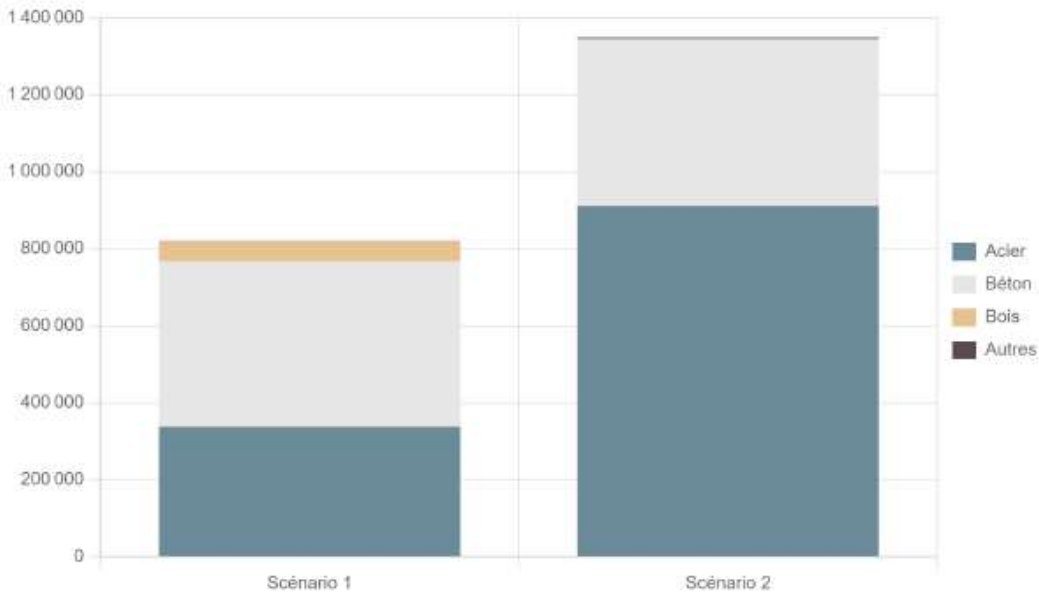
	Scénario 1	Scénario 2
Nom	Projet	Référence
Type de structure	Hybride acier-bois	Acier
Saisie inclue bâtiment(s) type(s)	Non	Non
Par matériau		
Acier	337 770	911 853
Béton	429 763	434 005
Bois	54 657	0
Autres	0	3 655
Par système constructif		
Fondations	600 943	590 383
Poutres et colonnes	186 797	605 956
Planchers	2 814	15 615
Murs intérieurs	1 557	0
Murs extérieurs	5 809	19 237
Toitures	24 269	118 322
GES totales		
Total	822 190	1 349 513
GES par m ²	190	312
Choix des scénarios		
Scénario de référence		X
Scénario retenu	X	
Émissions de GES évitées	527 323	-
% de réduction	39,1	-

Superficie totale de plancher: 4326,2 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)

