

Rapport de projet GES

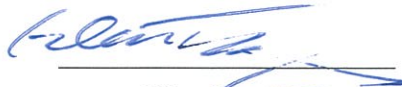
Patinoire Bleu blanc bouge - Joliette

Réalisé par Charles Gratton, conseiller en développement durable à la Ville de Joliette

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

16 mars 2021

(signature)



Gilles Tremblay

Ville de Joliette

Responsable du projet
GES

(signature)



Benjamin Rouette

Ville de Joliette

Responsable administratif de
l'aide financière

(signature)



Julie Bourgie

Ville de Joliette

Bénéficiaire de subvention

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme 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	5
1.5 Données du projet GES	5
2. Quantification des émissions de GES.....	7
3. Annexes.....	7

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

Bénéficiaire de subvention :	Ville de Joliette, représentée par Julie Bourgie, directrice des Finances et de la trésorerie
Responsable administratif de l'aide financière :	Benjamin Rouette, directeur Travaux publics et services techniques, Ville de Joliette;
Responsable projet GES :	Gilles Tremblay, coordonnateur aux services techniques, Ville de Joliette;
Responsable des estimations de quantités de matériaux (ingénieur ou architecte seulement) :	Gilles Tremblay, coordonnateur aux services techniques, Ville de Joliette;
Responsable de la quantification des émissions de GES :	
Interne :	Charles Gratton, conseiller en développement durable, Ville de Joliette
Externe :	Yannick Lessard, chargé de projet, Cecobois

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Titre du projet : Patinoire Bleu blanc bouge

Lieu de réalisation du projet de construction : Joliette

1.3 Description du projet de construction

Le projet consiste en la construction d'un préau servant à protéger des intempéries une patinoire extérieure. Il s'agit donc de la construction d'une structure permettant de soutenir un toit qui s'érigera au-dessus de la patinoire.

Les dimensions sont légèrement plus grandes que la patinoire pour permettre une meilleure protection : le toit est donc d'environ 32 m de large par 65 m de longueur pour une superficie d'environ 2 050 m².

L'ensemble de la structure ainsi que le platelage du toit sont en bois lamellé-collé (épinette noire), en faisant un bâtiment innovant et apprécié pour son architecture.

1.4 Description et justification du scénario de référence

Le scénario de référence étudié est une structure d'acier. Outre les enjeux technologiques, la première raison faisant de l'acier la référence est le coût passablement moindre de ce scénario. En effet, pour des dimensions similaires permettant un usage identique, les premières estimations montraient un scénario en acier coûtant 0,5M \$ moindre que celui en bois lamellé-collé.

Les autres éléments n'ont pas été des obstacles majeurs à la réalisation du projet en bois. Le Tableau 1 fait état des différents obstacles/contraintes de chacun des scénarios.

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence Structure en acier
Règlementaire	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Pratique courante	Utilisation du bois lamellé-collé peu répandue pour des structures d'envergure	Utilisation de l'acier est le standard de construction pour ce type de structure
Financier	Coût de l'ordre de 1,5M \$, soit environ 0,5M \$ plus cher que le scénario en acier Préjugé défavorable quant à l'entretien à long terme	Coût de l'ordre de 1,0M \$, soit 0,5M \$ moindre que le scénario en bois Préjugé favorable quant à l'entretien à long terme
Technologique	Aucun obstacle majeur malgré l'innovation du projet	Aucun obstacle
Ressources humaines	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Infrastructure	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Culturel, géographique, climatique	Qualité architecturale notable	Qualité architecturale de base sans grand intérêt
Marché	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Institution, perception du public	Préjugé favorable pour l'esthétisme	Aucun obstacle

Tableau 1 : Liste des obstacles selon le scénario

1.5 Données du projet GES

À l'aide des plans de construction et des différentes données fournies par la firme ayant construit la structure (Nordic structures), il a été possible de déterminer les différents matériaux des systèmes constructifs.

Le coordonnateur aux services techniques de la Ville de Joliette, qui est ingénieur, confirme que les données correspondent au niveau de précision attendu en se basant sur les données précises fournies par l'équipe de Nordic structures.

Comme le projet ne comporte pas de murs, seule la fondation, les poutres et colonnes et le platelage de la toiture sont pris en compte.

Le volume total de bois utilisé dans le projet est de 311 m³. Le Tableau 2 présente les différentes quantités de matériaux.

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	115	m ³	Plans et devis	Piliers
Barres d'armature	35	t	Plans et devis	Piliers
Poutres et colonnes				
BLC	131	m ³	Plans et devis	Poutres principales
BLC	23	m ³	Plans et devis	Colonnes et contreventement
Vis, écrous et boulons	324	kg	Plans et devis	Clous vis et boulons pour toute la structure (selon données transmises le 2021-03-16)
Plaques d'acier épaisses	3414	kg	Plans et devis	Plaques de bases et ancrages (selon données transmises le 2021-03-16)
Planchers				
Toiture				
BLC	115	m ³	Plans et devis	Platelage (selon données transmises le 2021-03-16)
BLC	42	m ³	Plans et devis	Poutres intermédiaires
Murs extérieurs				
Murs intérieurs				
Volume total de bois dans le projet				
Somme des éléments de couleur bleu : 311 m³				

Pour le projet de référence, il s'avère qu'un projet similaire a été construit en acier à moins de 5 km dans la municipalité voisine il y a quelques années. Ce projet de la municipalité de St-Charles-Borromée a servi de base aux calculs des quantités de matériaux. Les dimensions et quantités ont été adaptées pour correspondre aux dimensions du projet en bois.

Pour valider certaines hypothèses, particulièrement en lien avec la fondation où les quantités de matériaux utilisées sont très différentes entre les deux projets (acier vs bois), un avis a été demandée à la firme d'ingénierie ayant réalisé le projet en acier. Selon cet avis, les deux types de structure ne devraient pas avoir un impact important sur le type de fondation. Il a donc été retenu que les fondations étaient identiques pour les deux scénarios plutôt que de tenir compte des quantités aux plans du scénario en acier.

2. Quantification des émissions de GES

Les émissions de GES associés au scénario de référence sont de 353 704 t éq. CO₂, alors qu'elles sont de 121 429 t éq. CO₂ pour le scénario construit en bois.

La réalisation du projet en bois a donc permis de réduire les émissions de GES de 232 275 t éq.CO₂.

Le rapport annexé réalisé par Cecobois détaille la quantification des émissions de GES pour chacun des scénarios.

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)
353 704	121 429	232 275

3. Annexes

Vous trouverez les documents complémentaires suivants joints à l'envoi du présent rapport :

- tableau des quantités de matériaux (.xslm);
- lettre des estimateurs de quantités de matériaux (Section 6.1 du Protocole);
- rapports complets du Gestimat (Section 7.0 du Protocole) :
 - o quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit et de son scénario de référence;
 - o 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 (Section 9.0 du Protocole).

COLLECTE DE DONNÉES

- 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	115	m ³	Plans et devis	Piliers; avis de l'ingénieur ayant réalisé le projet de référence
Barres d'armature	35	t	Plans et devis	Piliers; avis de l'ingénieur ayant réalisé le projet de référence
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
<i>Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)</i>	<i>19</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Colonnes + Entremises (selon données transmises le 2021-03-16)</i>
<i>Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)</i>	<i>5</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Contreventements (selon données transmises le 2021-03-16)</i>
<i>Poutrelles d'acier ajourées</i>	<i>53</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Fermes (selon données transmises le 2021-03-18)</i>
<i>Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)</i>	<i>2</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Poutres secondaires (selon données transmises le 2021-03-16)</i>
<i>Vis, écrous et boulons</i>	<i>293</i>	<i>kg</i>	<i>Fournisseurs</i>	<i>Selon fournisseur du projet de référence</i>
<i>Plaques d'acier épaisses</i>	<i>1190</i>	<i>kg</i>	<i>Fournisseurs</i>	<i>Attaches, ferangles, etc. Selon fournisseur du projet de référence + ajout données transmises le 2021-03-16</i>
AJOUTER				
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
<i>Pontage en acier</i>	<i>22</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>tôle toiture et latéral (selon données transmises le 2021-03-16)</i>
<i>Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)</i>	<i>18</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Entremises (selon données transmises le 2021-03-16)</i>
<i>HSS</i>	<i>9</i>	<i>t</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Entremises HSS (selon données transmises le 2021-03-16)</i>
AJOUTER				
Murs extérieurs				

COLLECTE DE DONNÉES

- Scénario de référence -

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Mylène Poulin

De: Gilles Tremblay
Envoyé: 11 janvier 2021 13:31
À: Charles Gratton
Objet: Patinoire structure d'acier - lettre des estimateurs de quantités de matériaux (Section 6.1 du Protocole);
Pièces jointes: RE: Projet 2019 - Patinoire bleu, blanc, bouge - fondation des Canadiens

Salut Charles,

Dans le cadre du formulaire de subvention en lien avec la structure de bois de la patinoire BBB, voici les certifications requises :

Je certifie, Gilles Tremblay, que les quantités des éléments que constitue la structure d'acier prise en compte dans l'exercice de comparaison sont conformes aux attentes de la subvention en terme de précision.

D'autre part, je confirme aussi que les données recueillies pour la structure de bois par le fabricant lui-même (Nordik) sont encore plus précises étant donné que la conception de celle-ci est faite par logiciel et que les données fournies à titre informatif proviennent du fabricant (voir courriel en pièce jointe).

MERCI !!

Gilles Tremblay, ing.
Coordonnateur aux services techniques
Travaux publics et services techniques
Édifice Maurice Lévesque - Garage municipal
485, rue P.-H.-Desrosiers
Joliette (Québec) J6E 6H2
Tél. : 450 753-8083 Fax : 450 753-8108

www.joliette.ca
www.facebook.com/villedejoliette
www.twitter.com/villedejoliette



AVERTISSEMENT – Les informations contenues aux présentes sont de nature privilégiée et confidentielle. Elles ne peuvent être utilisées que par la personne à qui elles sont destinées. Si la personne qui reçoit la présente n'est pas le destinataire désigné, elle est priée de noter qu'il est strictement défendu de divulguer, de distribuer ou de copier ce message. Si ce message ne vous est pas destiné, veuillez, s.v.p., le détruire immédiatement et nous en aviser. Merci.

Pensez développement durable, devez-vous vraiment imprimer ce courriel?

Myène Poulin

De: Florian Lagarde <Florian.Lagarde@nordic.ca>
Envoyé: 2 décembre 2020 18:09
À: Gilles Tremblay
Objet: RE: Projet 2019 - Patinoire bleu, blanc, bouge - fondation des Canadiens

Bonjour,

Voir mes réponses plus bas.

Bonne journée

FLORIAN LAGARDE

Chef d'équipe | *Team Leader*
D 514-871-5591 T 514-871-8526 x 8012

NORDIC STRUCTURES

100-1100, av. des Canadiens-de-Montréal, Montréal (Québec) H3B 2S2
nordic.ca

De : Gilles Tremblay <gilles.tremblay@ville.joliette.qc.ca>

Envoyé : 1 décembre 2020 13:31

À : Florian Lagarde <Florian.Lagarde@nordic.ca>

Objet : Projet 2019 - Patinoire bleu, blanc, bouge - fondation des Canadiens

Bonjour Florian,

Dans le cadre du projet de l'an dernier concernant la patinoire du Canadien construite à Joliette, nous avons fait une demande de subvention pour la promotion de l'utilisation du bois pour la toiture du projet.

Pour la reddition de compte finale à l'obtention de la subvention, nous aurions besoin d'éléments **très** techniques en lien avec votre produit... et ceci afin que nous puissions remplir les formulaires assez complexes de réduction d'émission de GES.

Nous aurions besoin de ceci comme information à +/- 10 % près et si possible avant le congé de Noël ... est-ce possible ?

Poutre principale

Type de bois : Épinette Noir
Volume de bois : 131m3
Poids : 73 000kg

Poutre intermédiaire

Type de bois : Épinette noir
Volume de bois : 42m3
Poids : 23 500kg

Platelage

Type de bois : Épinette Noir
Volume de bois : 225 m3
Poids : 126 000 kg

Colonne et contreventement

Type de bois : Épinette Noir
Volume de bois : 23 m3
Poids : 13 000kg

Goujons d'assemblage

PAS DE GOUJON D'ASSEMBLAGE EN BOIS!

Plaques de base et ancrage

Type d'acier : GALVANISÉ 300W
Volume d'acier : 1 M3
Poids de l'acier : 8 300kg

Clou, vis, boulons et accessoires

Poids : 1750lbs

MERCI !!

Gilles Tremblay, ing.
Coordonnateur aux services techniques
Travaux publics et services techniques
Édifice Maurice Lévesque - Garage municipal
485, rue P.-H.-Desrosiers
Joliette (Québec) J6E 6H2
Tél. : 450 753-8083 Fax : 450 753-8108

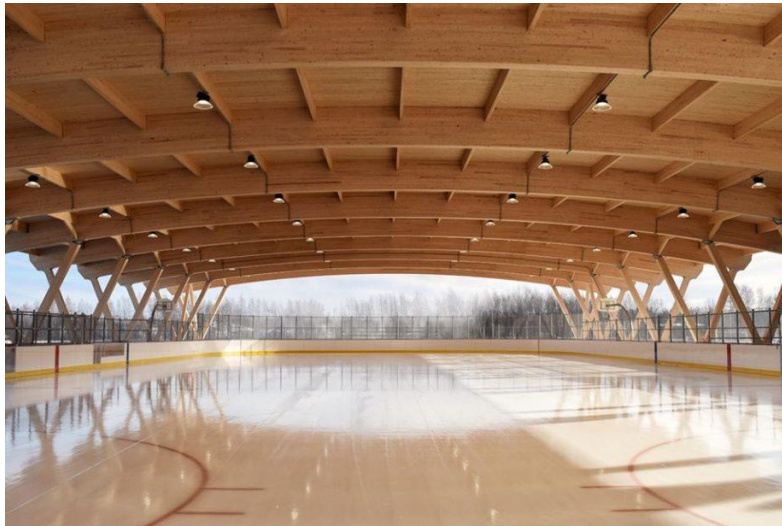
www.joliette.ca
www.facebook.com/villedejoliette
www.twitter.com/villedejoliette



AVERTISSEMENT – Les informations contenues aux présentes sont de nature privilégiée et confidentielle. Elles ne peuvent être utilisées que par la personne à qui elles sont destinées. Si la personne qui reçoit la présente n'est pas le destinataire désigné, elle est priée de noter qu'il est strictement défendu de divulguer, de distribuer ou de copier ce message. Si ce message ne vous est pas destiné, veuillez, s.v.p., le détruire immédiatement et nous en aviser. Merci.

Pensez développement durable, devez-vous vraiment imprimer ce courriel?

Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure d'un bâtiment



Crédit photo : Tourisme Joliette

Bâtiment étudié : Patinoire Bleu Blanc Rouge

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

Client : Ville de Joliette.
614, boul. Manseau
Joliette, QC, J6E 3E4

Étude réalisée et révisée par : Julien Flamand

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 18 mars 2021 (révision 1)

1 Contexte

Le programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) 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.

La **Ville de Joliette** a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure du projet Patinoire Bleu Blanc Rouge pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de bâtiments innovants ». Basée sur les informations fournies par la **Ville de Joliette**, l'étude Gestimat a été réalisée en date du 9 février 2021 et révisée en date du 18 mars 2021.

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 la **Ville de Joliette**.

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 scénario réalisé, soit la Patinoire Bleu Blanc Rouge, en le comparant avec 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 avec 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 qui permet de comparer les émissions de GES de différents scénarios de bâtiment dans un contexte québécois.

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

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

Dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, les quantités de matériaux du scénario 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 la **Ville de Joliette**.

3.2 Limitations de l'analyse Gestimat

Gestimât 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 CIRAD, 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 Structure réalisée

La Patinoire Bleu Blanc Rouge est régie par un cadre de la Fondation des Canadiens pour l'enfance, qui a pour mission d'encourager l'activité physique et l'adoption de saines habitudes de vie chez les jeunes défavorisés de 4 à 17 ans. Il s'agit d'une toiture en bois massif d'une superficie au sol de 2526 m² couvrant une espace d'environ 2060 m² utilisée pour une patinoire extérieure réfrigérée. La construction s'est terminée en 2019.

La toiture, composée de poutres intermédiaires et d'un platelage en bois lamellé collé, repose sur des poutres principales en bois lamellé collé arquées sur toute la largeur de la toiture. Les colonnes en BLC qui supportent les poutres principales sont appuyées sur des piliers en béton armé qui reposent sur des pieux en béton. La résistance latérale est assurée par des membrures de contreventement en bois lamellé collé.

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario réalisé ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par la **Ville de Joliette**. (Annexe 1).

Les hypothèses pour la modélisation du scénario sont les suivantes :

- La dalle de béton réfrigérée a été exclue de l'analyse.
- Les quantités des assemblages de l'ensemble du projet ont été agrégées et modélisées dans un même élément constructif du système constructif des poutres et colonnes.
- Les poutres principales ont été modélisées dans le système constructifs des poutres et colonnes tandis que les poutres secondaires ainsi que le platelage, dans le système constructif de la toiture.
- La superficie d'environ 2060 m², qui représente l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure utilisée pour la patinoire extérieure réfrigérée, a été utilisée pour le calcul des émissions de GES par superficie de bâtiment.

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence consiste en une structure totalement en acier. La modélisation sur Gestimat correspond à une toiture en acier couvrant une superficie au sol de 2020 m².

La modélisation sur Gestimat comprend une toiture composée de fermes et d'entremises en acier recouvert d'un pontage en acier et supportées par des colonnes en HSS. Tout

comme la structure réalisée, la structure en acier est appuyée sur des piliers en béton armé qui reposent sur des pieux en béton. La résistance latérale est assurée par des contreventements en acier.

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

Les hypothèses pour la modélisation du scénario de référence sont les suivantes :

- Les fondations ont été supposées similaires à la structure réalisée.
- Tout comme pour la structure réalisée, la dalle de béton réfrigérée a été exclue de l'analyse.
- Les fermes et les poutres principales ont été modélisées dans le système constructifs des poutres et colonnes tandis que les entretoises et les autres éléments composants la toiture ainsi que le pontage en acier, dans le système constructif de la toiture.
- Les quantités des assemblages de l'ensemble du scénario ont été agrégées et modélisées dans un même élément constructif du système constructif des poutres et colonnes.

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois, Cecobois a été mandaté par la **Ville de Joliette** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé, la Patinoire Bleu Blanc Rouge, en le comparant avec 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 scénario réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par la **Ville de Joliette**. 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 la **Ville de Joliette**.

4 Résultats et analyse

4.1 Structure réalisée

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé sont estimées à 121 429 kg éq. CO₂, soit 59 kg éq. CO₂/m² de l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Les fondations et les pieux en béton armé représentent près du tiers des émissions de GES de la structure modélisée, soit 75 315 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes en bois lamellé-collé représentent près du quart des émissions de GES du scénario réalisé, pour un total de 27 431 kg éq. CO₂, tandis que la toiture en platelage de bois lamellé-collé représente le dernier 15 % de ces émissions totales.

En comparant les matériaux, l'acier d'armature des fondations et l'acier des assemblages représentent ensemble 44 % des émissions de GES du scénario, dont l'acier d'armature est responsable de plus de 80 % de ces émissions. Le bois en lamellé-collé représente quant à lui un peu moins du tiers des émissions de GES de la structure modélisée, suivi du béton des fondations, qui représente le quart de ces émissions totales (figure 1).

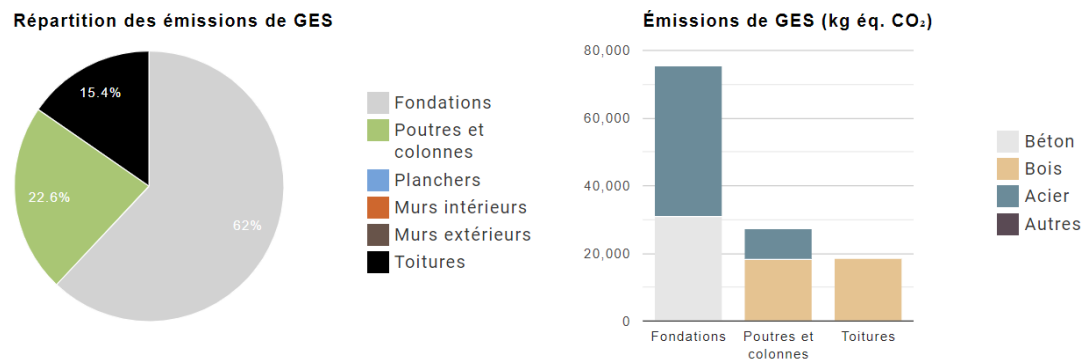


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 353 704 kg éq. CO₂, soit 172 kg éq. CO₂/m² de l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Les fondations et les pieux en béton armé, considérés similaires au scénario réalisé, représentent 21 % des émissions de GES de la structure modélisée, soit 75 315 kg éq. CO₂.

La structure en acier représente la majorité des émissions de GES du scénario de référence, soit à 79 %, pour un total de 278 389 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes représentent la moitié des émissions de GES totales du scénario.

En comparant les matériaux, l'acier d'armature des fondations et l'acier de la structure représentent ensemble la majorité des émissions de GES du scénario de référence, soit à 91 %, pour un total de 322 769 kg éq. CO₂. L'acier d'armature est responsable de 14 % des émissions de GES attribuables à l'acier. Le béton des fondations représente quant à lui 9 % des émissions de GES de la structure modélisée (figure 2).

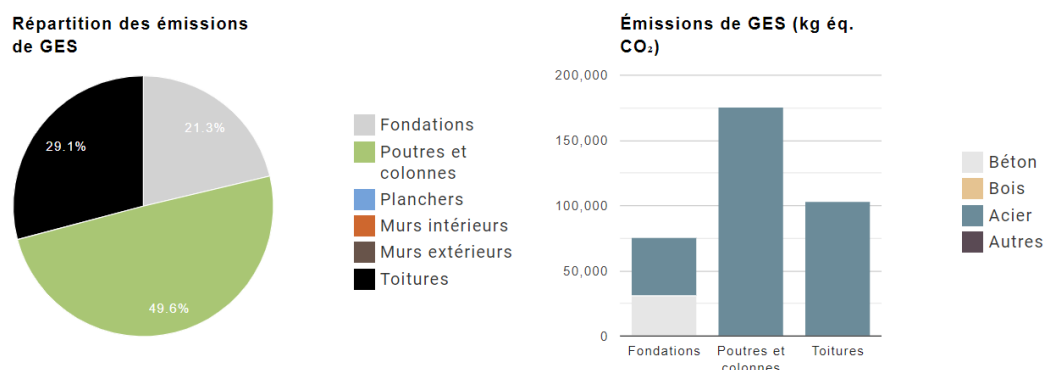


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

La structure réalisée amène une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 232 275 kg éq. CO₂, soit une réduction de 66 % 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 pour la structure, soit une structure en bois lamellé collé pour le scénario réalisé comparativement à une structure en acier pour le scénario de référence.

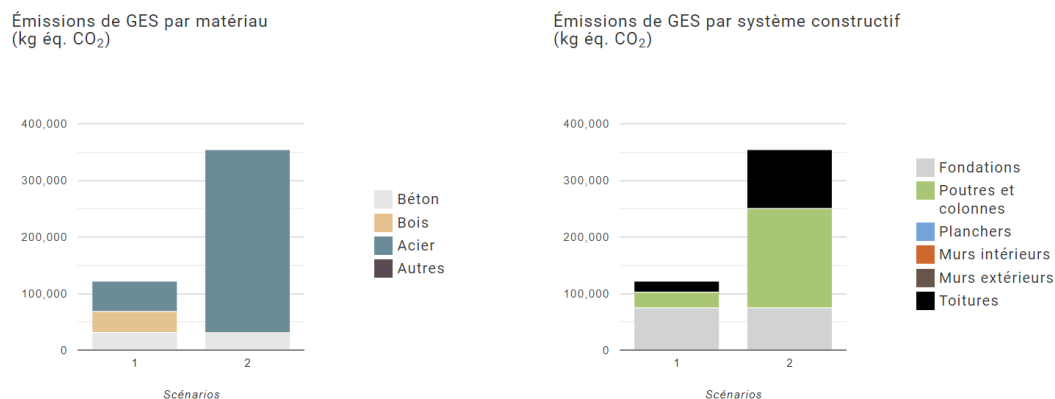


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du scénario réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecobois a été mandaté par la **Ville de Joliette** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé, la **Patinoire Bleu Blanc Rouge**, en le comparant avec un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario réalisé, ainsi que pour le scénario de référence, ont été fournies par la **Ville de Joliette**. 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.

Les informations fournies ont été utilisées pour procéder à la quantification des émissions de GES à l'aide de l'outil Gestimat. L'analyse a été réalisée en date du 9 février 2021 et révisée en date du 18 mars 2021.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé sont estimées à 121 429 kg éq. CO₂, soit 59 kg éq. CO₂/m² de l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure, alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 353 704 kg éq. CO₂, soit 172 kg éq. CO₂/m².

Selon ces données, la structure réalisée entraîne **une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 232 275 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 66 % par rapport au scénario de référence.

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 la **Ville de Joliette**.

Annexe 1

Quantités de matériaux de structure pour le scénario 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	115	m³	Plans et devis	Piliers
Barres d'armature	35	t	Plans et devis	Piliers
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
BLC	131	m³	Plans et devis	Poutres principales
BLC	23	m³	Plans et devis	Colonnes et contreventement
Vis, écrous et boulons	324	kg	Plans et devis	Clous vis et boulons pour toute la structure (selon données transmises le 2021-03-16)
Plaques d'acier épaisses	3414	kg	Plans et devis	Plaques de bases et ancrages (selon données transmises le 2021-03-16)
AJOUTER				
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
BLC	115	m³	Plans et devis	Platelage (selon données transmises le 2021-03-16)
BLC	42	m³	Plans et devis	Poutres intermédiaires
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 2

Quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 25 MPa	115	m³	Plans et devis	Piliers; avis de l'ingénieur ayant réalisé le projet de référence
Barres d'armature	35	t	Plans et devis	Piliers; avis de l'ingénieur ayant réalisé le projet de référence
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	19	t	Plans et devis	Colonnes + Entremises (selon données transmises le 2021-03-16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	5	t	Plans et devis	Contreventements (selon données transmises le 2021-03-16)
Poutrelles d'acier ajourées	53	t	Plans et devis	Fermes (selon données transmises le 2021-03-18)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	2	t	Plans et devis	Poutres secondaires (selon données transmises le 2021-03-16)
Vis, écrous et boulons	293	kg	Fournisseurs	Selon fournisseur du projet de référence
Plaques d'acier épaisses	1190	kg	Fournisseurs	Attaches, ferangles, etc. Selon fournisseur du projet de référence + ajout données transmises le 2021-03-16
AJOUTER				
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
Pontage en acier	22	t	Plans et devis	tôle toiture et latéral (selon données transmises le 2021-03-16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	18	t	Plans et devis	Entremises (selon données transmises le 2021-03-16)
HSS	9	t	Plans et devis	Entremises HSS (selon données transmises le 2021-03-16)
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Scénario réalisé

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



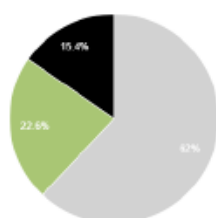
Scénario : Scénario réalisé

Nom du projet : Patinoire Bleu Blanc Rouge No du projet : 1
 Nom du scénario : Scénario réalisé Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

BLC

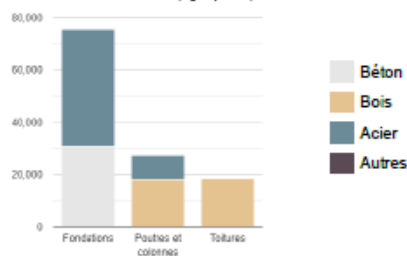
Scénario réalisé		Matériaux				Total	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	30 935	0,00	44 380	0,00	75 315	62,02
	Poutres et colonnes	0,00	18 326	9 105	0,00	27 431	22,59
	Planchers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	18 683	0,00	0,00	18 683	15,39
	Total GES (kg éq. CO ₂)	30 935	37 009	53 485	0,00	121 429	100%
GES par m ²		15,02	17,97	25,96	0,00	58,95	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version :

Dernière modification de l'analyse : 2021-03-17
 Génération du rapport : 2021-03-17

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



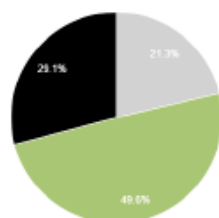
Scénario : Scénario de référence

Nom du projet : Patinoire Bleu Blanc Rouge No du projet : 1
 Nom du scénario : Scénario de référence Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

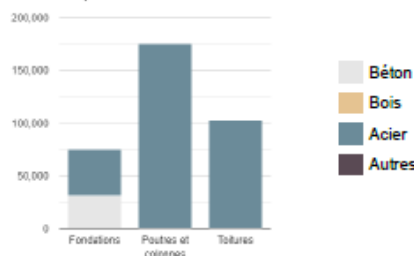
Acier

Scénario de référence		Matériaux				Total	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	30 935	0,00	44 380	0,00	75 315	21,29
	Poutres et colonnes	0,00	0,00	175 386	0,00	175 386	49,59
	Planchers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	0,00	103 003	0,00	103 003	29,12
	Total GES (kg éq. CO₂)	30 935	0,00	322 769	0,00	353 704	100%
GES par m ²		15,02	0,00	157	0,00	172	

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version : révision 1

Dernière modification de l'analyse : 2021-03-18
 Génération du rapport : 2021-03-18

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

INFORMATIONS DU PROJET			
Nom du projet	Patinoire Bleu Blanc Rouge	Type de projet	Construction neuve
No du projet	1	Type de bâtiment	Sports et loisirs (stades, arénas, complexes multifonctionnels, etc.)
Province	Québec	Nombre d'étages	0
Municipalité	Joliette	Superficie au sol (m ²)	2060
Région administrative	Lanaudière	Superficie totale (m ²)	2060
Année prévue	2019	Version de l'analyse	révision 1
Budget prévu			

Description / Notes :

Projet de toiture pour une patinoire extérieure à Joliette.

SCÉNARIOS ANALYSÉS

	Nom	Total GES (kg éq. CO ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Scénario réalisé	121 429	BLC
Scénario 2	Scénario de référence	353 704	Acier
Scénario 3		0	
Scénario 4		0	
Scénario 5		0	
Scénario 6		0	

SCÉNARIO RETENU

	Type de structure	Émissions de GES estimées
(RÉFÉRENCE) Scénario 2	Acier	353 704
(RETENU) Scénario 1	Gros bois d'œuvre et bois lamellé-collé	121 429
Émissions de GES évitées		232 275

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Nombre d'étages		-	-	-	-	-	-
Nombre d'éléments modélisés		6	9	0	0	0	0
Fondations	m³ béton armé	115	115				
Poutres et colonnes	m³ béton armé						
	m³ bois	154					
	tonne acier		78,34				
Planchers	m² de planchers						
Murs intérieurs	m² de murs						
Murs extérieurs	m² de murs						
Toitures	m² de toitures	2 060	2 060				

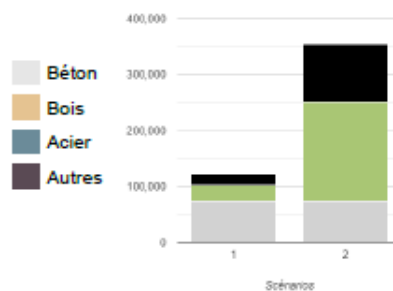
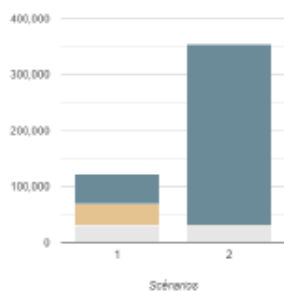
VALIDATION DES SCÉNARIOS

	Scénario complété	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	X	
Scénario 2	X	
Scénario 3		
Scénario 4		
Scénario 5		
Scénario 6		

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie	-	-	-	-	-	-
Superficie totale de plancher (m²)	-	-	-	-	-	-
GES par matériau	(kg éq. CO ₂)					
Béton	30 935	30 935				
Bois	37 009					
Acier	53 485	322 769				
Autres						
GES par système constructif	(kg éq. CO ₂)					
Fondations	75 315	75 315				
Poutres et colonnes	27 431	175 386				
Planchers						
Murs intérieurs						
Murs extérieurs						
Toitures	18 683	103 003				
Total GES (kg éq. CO ₂)	121 429	353 704				
GES par m² (kg éq. CO ₂)	58,95	172				





**RAPPORT DES ACTIVITÉS DE VÉRIFICATION DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS DE GES
ATTRIBUABLES À LA FABRICATION DES MATÉRIAUX DE STRUCTURE DU PROJET DE
PATINOIRE BLEU BLANC BOUGE DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE VITRINE
TECHNOLOGIQUE POUR LES BÂTIMENTS ET LES SOLUTIONS INNOVANTES EN BOIS**

Pour :

VILLE DE JOLIETTE

Monsieur Charles Gratton
Conseiller en développement durable
614, boul. Manseau
Joliette (Québec) J6E 3E4
Téléphone : 450-404-8103
charles.gratton@ville.joliette.qc.ca

Par :

ENVIRO-ACCÈS INC.

268, rue Aberdeen, bureau 204,
Sherbrooke (Québec) J1H 1W5
Téléphone : 819-823-2230
Télécopieur : 819-823-6632
www.enviroaccess.ca

19 mars 2021

Avis de vérification

Aux gestionnaires de :

VILLE DE JOLIETTE

Enviro-accès inc. (Enviro-accès) a été retenue par la Ville de Joliette afin de vérifier, en tant que tierce partie indépendante, le Rapport de quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication des matériaux de structure (déclaration GES) de son projet de Patinoire Bleu Blanc Bouge (projet).

Le projet a été réalisé dans le cadre du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois* (Programme) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). Les réductions d'émissions de GES attributions au projet ont été quantifiées selon la méthodologie du *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* (le protocole) développé par l'organisme Cecobois (le protocole). La quantité totale de réductions d'émissions de GES déclarée par Ville de Joliette pour le projet est de 232 275 kgCO₂éq.

Les objectifs de la vérification étaient de confirmer avec un niveau d'assurance raisonnable que la déclaration GES a été réalisée conformément aux exigences du protocole et que la quantité des 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. Ainsi, l'équipe de vérification a examiné les documents fournis et a exécuté les procédures suivantes :

- ✓ Analyse des éléments de structure de l'édifice de projet en comparaison à ceux de l'édifice du scénario de référence afin de statuer sur leur équivalence fonctionnelle et structurale;
- ✓ Évaluation de la liste des matériaux de structure du bâtiment du projet et celle du bâtiment du scénario de référence à partir de plans fournis par Ville de Joliette afin de statuer sur la complétude et la pertinence de ces listes de matériaux dans le cadre de l'analyse comparative d'émissions de GES;
- ✓ Retraçage et recoupement des données utilisées pour le calcul des émissions de GES;
- ✓ Évaluation du contrôle de la qualité des données fournies et identification des erreurs;
- ✓ Évaluation de la conformité du rapport de projet avec les exigences du protocole.

Les données corroborant la déclaration GES proviennent d'estimations réalisées par des spécialistes en structures à partir des plans tel que construit pour le projet, et pour un édifice fonctionnellement équivalent pour le scénario de référence.

Enviro-accès conclut, avec un niveau d'assurance raisonnable, que la quantité déclarée de réductions d'émissions de GES associée à la fabrication des matériaux de structure de la Patinoire Bleu Blanc Bouge est exempte d'écarts importants et que la déclaration GES répond aux exigences du protocole.

Cependant, rien dans ce rapport de vérification ne doit être interprété à l'effet que la construction du projet de Patinoire Bleu Blanc Bouge aurait généré ces réductions d'émissions 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 19 mars 2021

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 affectée 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	Examen des plans de construction et revue des sources d'émission à déclarer	5
2.2	Évaluation des méthodologies utilisées pour évaluer les réductions d'émission de GES	5
2.3	Recalculs des réduction d'émissions de GES.....	5
2.4	Retraçage des données	5
2.5	Évaluation des procédures de contrôle de la qualité des données et des calculs ...	7
2.6	Révision du rapport des réductions d'émissions GES attribuables aux matériaux de structure du projet	7
2.7	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 FIGURES ET TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats du retraçage des données.....	6
Tableau 2 : Sommaire des écarts résiduels constatés sur les réductions d'émissions de GES	8

ANNEXES

ANNEXE I	DÉCLARATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS
ANNEXE II	DÉCLARATION DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS DE GES ATTRIBUABLES À LA FABRICATION DE MATÉRIAUX DE STRUCTURE DU PROJET DE PATINOIRE BLEU BLANC BOUGE

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 Fax : 819-823-6632
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 affectée au mandat

Vérificateur en chef	Sylvain Renaud, CPI 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 srenaud@enviroaccess.ca
Expert technique	Jean-Félix Dansereau-Leclerc, ing. St-Georges Structures et civil 175, rue Wellington Sud Sherbrooke (Québec) J1H 5E1 Tél. : 514-266-5764 Jf.dansereau@stg-ing.com
Réviseur interne	Antoine Chenail, B.Env. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 achenail@enviroaccess.ca

1.3 Information sur les activités de vérification

Objectifs	Exprimer une opinion sur la conformité de la déclaration GES par rapport 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> (le protocole). Déterminer si la quantité de réductions d'émissions de GES déclarée est exempte d'écarts importants.
Période de la tenue des activités	5 janvier au 19 mars 2021
Niveau d'assurance	Raisonnable
Critères de vérification	Exigences du protocole en vigueur au moment de réaliser le mandat
Norme de vérification	ISO 14064-3:2006 — <i>Spécification et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre</i>
Seuil d'importance relative	5 % des réductions d'émissions de GES déclarées.
Sources d'émissions visées	Selon les critères du protocole
Période couverte	N/A
Conservation des documents	Tous les documents fournis initialement par Ville de Joliette 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 de Ville de Joliette.
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 l'émetteur. Une déclaration d'absence de conflit d'intérêts est disponible en annexe.

1.4 Information sur le projet vérifié

Nom de l'entreprise	Ville de Joliette
Nom et coordonnées du bâtiment vérifié	Ville de Joliette 614, boul. Manseau Joliette (Québec) J6E 3E4
Nom et coordonnées de la personne contact	Charles Gratton <i>Conseiller en développement durable</i> Tél. : 450-404-8103 charles.gratton@ville.joliette.qc.ca
Infrastructures physiques, activités et technologies	Matériaux de structure de bâtiments
Réductions totales déclarées pour le projet	232 275 kgCO ₂ éq

2. MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS DE LA VÉRIFICATION

2.1 Examen des plans de construction et 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 responsable de la déclaration GES de Ville de Joliette.

Enviro-accès conclut que toutes les sources émissions de GES exigées par le protocole ont été considérées pour le projet et le scénario de référence.

2.2 Évaluation des méthodologies utilisées pour évaluer les réductions d'émission de GES

La méthodologie de quantification des réductions d'émissions attribuables au projet correspond aux exigences du protocole.

2.3 Recalculs des réduction 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.

2.4 Retraçage des données

Le retraçage des données utilisées pour calculer les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure a été fait. 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 des données

Sources d'émission de GES	Observations
Quantité de barres d'armature	Aucune différence n'a été observée.
Quantité de béton 25 MPa	Aucune différence n'a été observée.
Quantité de pontage en acier	Une quantité de pontage en acier était déclarée comme étant du profilé tubulaire d'acier (HSS) dans les calculs d'émissions de GES associés à la fabrication des matériaux de structures du bâtiment. L'expert technique de l'équipe de vérification a observé l'erreur à l'aide des plans du scénario de référence. Cette différence de 22,3 tm (sc.réf. : 22,3 - projet : 0) de pontage en acier a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES.
Quantité de profilé tubulaire d'acier (HSS)	Une quantité de HSS était utilisée pour les calculs d'émissions de GES associés à la fabrication des matériaux de structures du bâtiment alors que des pontages en acier étaient utilisés pour le scénario de référence. L'expert technique de l'équipe de vérification a observé l'erreur de matériaux à l'aide des plans du scénario de référence. Cette différence de -22,3 tm (sc.réf. : -22,3 - projet : 0) de HSS a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES.
Quantité de bois laminé collé (BLC)	Une différence de 110 m³ (sc.réf. : 0 - projet : -110) de BLC utilisée pour la toiture a été observée entre la quantité utilisée pour les calculs des réductions d'émissions de GES et les données estimées par l'expert technique de l'équipe de vérification. Cette différence a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES. Une autre différence de 24 m³ (sc.réf. : 0 - projet : -24) de BLC utilisée pour les poutres et les colonnes a été constatée entre les données utilisées pour le calcul des réductions d'émissions de GES et les données estimées par l'expert technique de l'équipe de vérification, soit une surestimation potentielle des réductions d'émissions de 2856 kgCO₂eq, ce qui représente 1,23 % du total des réductions d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structures du bâtiment du projet.
Quantité de plaques d'acier épaisses	Une différence de 4886 kg (sc.réf. : 0 - projet : -4886) de plaques d'acier épaisses a été observée entre la quantité utilisée pour les calculs des réductions d'émissions de GES et les données estimées par l'expert technique de l'équipe de vérification. Cette différence a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES.
Quantité de poutrelles d'acier ajourées	Une différence de 53 tm (sc.réf. : 53 - projet : 0) de poutrelles d'acier ajourées a été observée entre la quantité utilisée pour les calculs des réductions d'émissions de GES et les données estimées par l'expert technique de l'équipe de vérification. Cette différence a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES.

Quantité de profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	Une différence de -71 tm (sc.réf. : -71 - projet : 0) de profilé extrudé moyen (W,S,C,L) a été observée entre la quantité utilisée pour les calculs des réductions d'émissions de GES et les données estimées par l'expert technique de l'équipe de vérification. Cette différence a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES.
Quantité de vis, écrous et boulons	Une différence de 476 kg (sc.réf. : 0 - projet : -476) de vis, écrous et boulons a été observée entre la quantité de vis utilisée pour les calculs des réductions d'émissions de GES et les données estimées par l'expert technique de l'équipe de vérification. Cette différence a été corrigée dans la version révisée de la déclaration GES.

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

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

La Ville de Joliette a mis en place certains contrôles qui permettent d'assurer la qualité des données servant aux calculs des émissions de GES déclarées.

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

2.6 Révision du rapport des réductions d'émissions GES attribuables aux matériaux de structure du projet

Le rapport des réductions d'émissions GES attribuables aux matériaux de structure du projet de la Ville de Joliette a été revu. Il a été remarqué que les réductions d'émissions de GES déclarées étaient différentes des réductions d'émissions GES retracées. Cette erreur a été corrigée dans le rapport de projet révisé.

Enviro-accès conclut que le rapport révisé est conforme aux exigences du protocole.

2.7 Faits découverts après la vérification

Tel que stipulé à la section 4.11 de la norme ISO 14064-3 :2006, 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

Le tableau suivant présente le sommaire des écarts résiduels constatés pour la déclaration GES du projet de la Ville de Joliette.

Tableau 2 : Sommaire des écarts résiduels constatés sur les réductions d'émissions de GES

Description	Écart				Effet sur la déclaration GES
Différence entre la masse de bois lamellé-collé déclarée et la masse déterminée par l'expert technique de l'équipe de vérification	2 856	kgCO ₂ éq	1,23	%	Surestimation
Écart total net :	2 856	kgCO₂éq	1,23	%	Surestimation
Écart total absolu :	2 856	kgCO ₂ éq	1,23	%	-

L'écart total net est de 2 856 kgCO₂éq, soit une surestimation de 1,23 % des réductions d'émissions de GES déclarées et incluses à la portée de la vérification, ce qui est sous le seuil d'importance relative.

3.2 Sommaire des non-conformités

Aucune non-conformité n'a été identifiée.

3.3 Sommaire des opportunités d'amélioration

Aucune opportunité d'amélioration n'a été identifiée.

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

Télec. : 819-823-6632

enviro@enviroaccess.ca

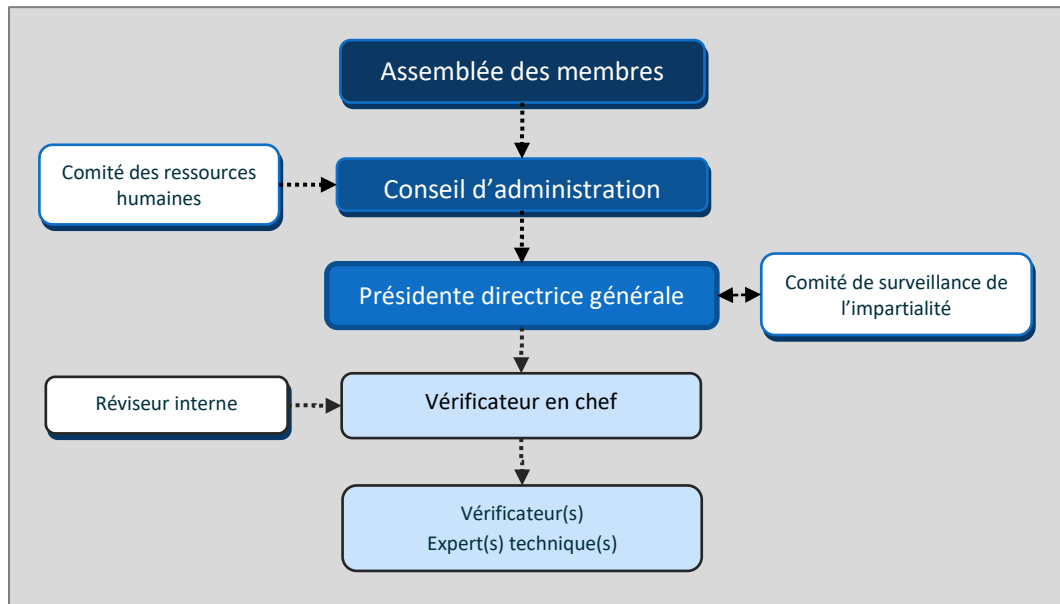
Domaines d'activités inclus à la portée de l'accréditation

Enviro-access inc. est un organisme accrédité selon la norme *ISO 14065:2007* 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	Activités minières et extraction de minéraux
G1 S5	Production de métaux
G1 S6	Production de substances chimiques
G1 S7	Extraction de pétrole et de gaz, production et raffinage, y compris les produits pétrochimiques
G1 S8	Manutention et élimination des déchets
Projet - Validation	
G2 SF	Décomposition des déchets, manipulation et élimination
G2 SA3	Réduction des émissions de GES provenant de la combustion de carburant : Transport
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, fuites chimiques, torchage et ventilation 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

Organigramme de l'organisme de vérification

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



Équipe de vérification

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

Rôle	Nom	Coordonnées
Vérificateur en chef	Sylvain Renaud, CPI	Enviro-accès inc. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 srenaud@enviroaccess.ca
Expert technique	Jean-Félix Dansereau-Leclerc, ing.	St-Georges Structures et civil 175, rue Wellington Sud Sherbrooke (Québec) J1H 5E1 Tél. : 514-266-5764 jf.dansereau@stg-ing.com
Réviseur interne	Antoine Chenail, B.Env.	Enviro-accès inc. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 achenail@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 : 19 mars 2021

ENVIRO-ACCÈS INC.

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

Vérificateur en chef

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

Date : 19 mars 2021

Sylvain Renaud, CPI

Ordre des ingénieurs du Québec : 6028165

Réviseur interne

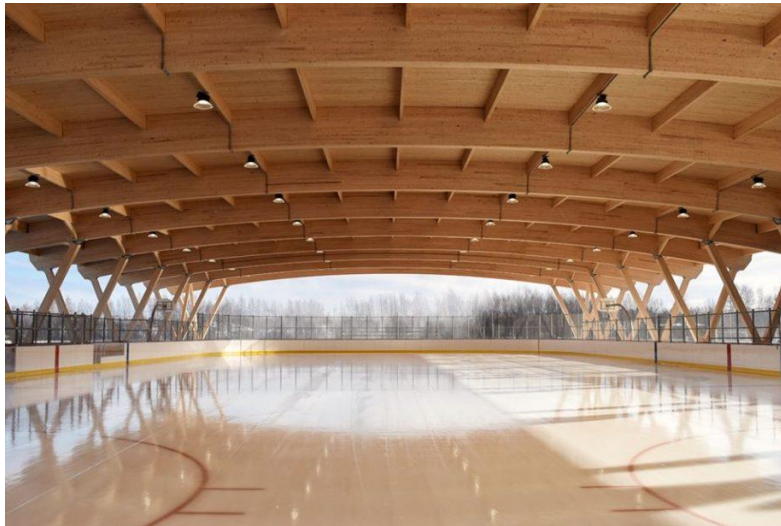
En tant que réviseur interne, je déclare également être compétent et m'être assurée que toutes les étapes du processus de vérification ont été complétées et que les preuves recueillies par l'équipe de vérification sont suffisantes pour supporter l'opinion donnée dans l'avis de vérification avec un niveau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

Date : 19 mars 2021

Antoine Chenail, B.Env.

ANNEXE II DÉCLARATION DES RÉDUCTIONS
D'ÉMISSIONS DE GES ATTRIBUABLES À LA
FABRICATION DE MATÉRIAUX DE STRUCTURE DU
PROJET DE PATINOIRE BLEU BLANC BOUGE

Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure d'un bâtiment



Crédit photo : Tourisme Joliette

Bâtiment étudié : Patinoire Bleu Blanc Rouge

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

Client : Ville de Joliette.
614, boul. Manseau
Joliette, QC, J6E 3E4

Étude réalisée et révisée par : Julien Flamand

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 18 mars 2021 (révision 1)

1 Contexte

Le programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) 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.

La **Ville de Joliette** a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure du projet Patinoire Bleu Blanc Rouge pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de bâtiments innovants ». Basée sur les informations fournies par la **Ville de Joliette**, l'étude Gestimat a été réalisée en date du 9 février 2021 et révisée en date du 18 mars 2021.

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 la **Ville de Joliette**.

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 scénario réalisé, soit la Patinoire Bleu Blanc Rouge, en le comparant avec 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 avec un scénario de référence à l'aide d'une analyse Gestimat.

Cette analyse se réfère au **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments**, produit par GCM Consultants dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, en date du 27 septembre 2018.

3.1 Gestimat

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

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

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

Dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, les quantités de matériaux du scénario réalisé et du scénario de référence doivent être développées selon le **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments**. Ces données ont été fournies à Cecobois par la **Ville de Joliette**.

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 CIRAD, 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 Structure réalisée

La Patinoire Bleu Blanc Rouge est régie par un cadre de la Fondation des Canadiens pour l'enfance, qui a pour mission d'encourager l'activité physique et l'adoption de saines habitudes de vie chez les jeunes défavorisés de 4 à 17 ans. Il s'agit d'une toiture en bois massif d'une superficie au sol de 2526 m² couvrant une espace d'environ 2060 m² utilisée pour une patinoire extérieure réfrigérée. La construction s'est terminée en 2019.

La toiture, composée de poutres intermédiaires et d'un platelage en bois lamellé collé, repose sur des poutres principales en bois lamellé collé arquées sur toute la largeur de la toiture. Les colonnes en BLC qui supportent les poutres principales sont appuyées sur des piliers en béton armé qui reposent sur des pieux en béton. La résistance latérale est assurée par des membrures de contreventement en bois lamellé collé.

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario réalisé ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par la **Ville de Joliette**. (Annexe 1).

Les hypothèses pour la modélisation du scénario sont les suivantes :

- La dalle de béton réfrigérée a été exclue de l'analyse.
- Les quantités des assemblages de l'ensemble du projet ont été agrégées et modélisées dans un même élément constructif du système constructif des poutres et colonnes.
- Les poutres principales ont été modélisées dans le système constructifs des poutres et colonnes tandis que les poutres secondaires ainsi que le platelage, dans le système constructif de la toiture.
- La superficie d'environ 2060 m², qui représente l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure utilisée pour la patinoire extérieure réfrigérée, a été utilisée pour le calcul des émissions de GES par superficie de bâtiment.

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence consiste en une structure totalement en acier. La modélisation sur Gestimat correspond à une toiture en acier couvrant une superficie au sol de 2020 m².

La modélisation sur Gestimat comprend une toiture composée de fermes et d'entremises en acier recouvert d'un pontage en acier et supportées par des colonnes en HSS. Tout

comme la structure réalisée, la structure en acier est appuyée sur des piliers en béton armé qui reposent sur des pieux en béton. La résistance latérale est assurée par des contreventements en acier.

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

Les hypothèses pour la modélisation du scénario de référence sont les suivantes :

- Les fondations ont été supposées similaires à la structure réalisée.
- Tout comme pour la structure réalisée, la dalle de béton réfrigérée a été exclue de l'analyse.
- Les fermes et les poutres principales ont été modélisées dans le système constructifs des poutres et colonnes tandis que les entretoises et les autres éléments composants la toiture ainsi que le pontage en acier, dans le système constructif de la toiture.
- Les quantités des assemblages de l'ensemble du scénario ont été agrégées et modélisées dans un même élément constructif du système constructif des poutres et colonnes.

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois, Cecobois a été mandaté par la **Ville de Joliette** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé, la Patinoire Bleu Blanc Rouge, en le comparant avec 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 scénario réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par la **Ville de Joliette**. 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 la **Ville de Joliette**.

4 Résultats et analyse

4.1 Structure réalisée

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé sont estimées à 121 429 kg éq. CO₂, soit 59 kg éq. CO₂/m² de l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Les fondations et les pieux en béton armé représentent près du tiers des émissions de GES de la structure modélisée, soit 75 315 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes en bois lamellé-collé représentent près du quart des émissions de GES du scénario réalisé, pour un total de 27 431 kg éq. CO₂, tandis que la toiture en platelage de bois lamellé-collé représente le dernier 15 % de ces émissions totales.

En comparant les matériaux, l'acier d'armature des fondations et l'acier des assemblages représentent ensemble 44 % des émissions de GES du scénario, dont l'acier d'armature est responsable de plus de 80 % de ces émissions. Le bois en lamellé-collé représente quant à lui un peu moins du tiers des émissions de GES de la structure modélisée, suivi du béton des fondations, qui représente le quart de ces émissions totales (figure 1).

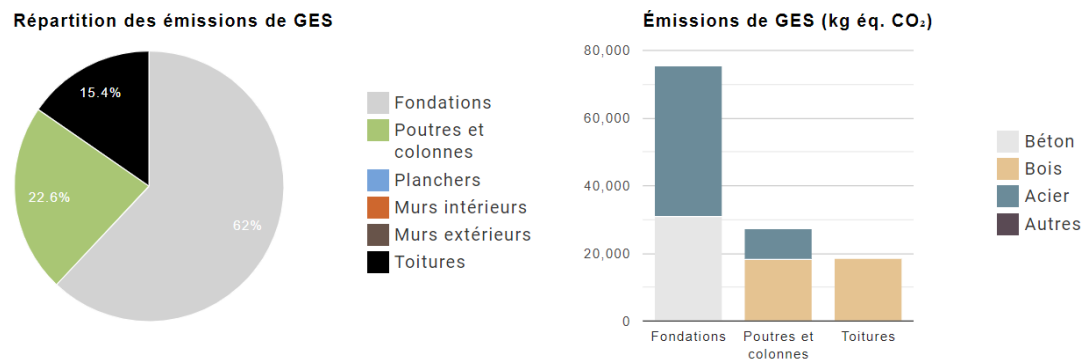


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 353 704 kg éq. CO₂, soit 172 kg éq. CO₂/m² de l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Les fondations et les pieux en béton armé, considérés similaires au scénario réalisé, représentent 21 % des émissions de GES de la structure modélisée, soit 75 315 kg éq. CO₂.

La structure en acier représente la majorité des émissions de GES du scénario de référence, soit à 79 %, pour un total de 278 389 kg éq. CO₂. Les poutres et colonnes représentent la moitié des émissions de GES totales du scénario.

En comparant les matériaux, l'acier d'armature des fondations et l'acier de la structure représentent ensemble la majorité des émissions de GES du scénario de référence, soit à 91 %, pour un total de 322 769 kg éq. CO₂. L'acier d'armature est responsable de 14 % des émissions de GES attribuables à l'acier. Le béton des fondations représente quant à lui 9 % des émissions de GES de la structure modélisée (figure 2).

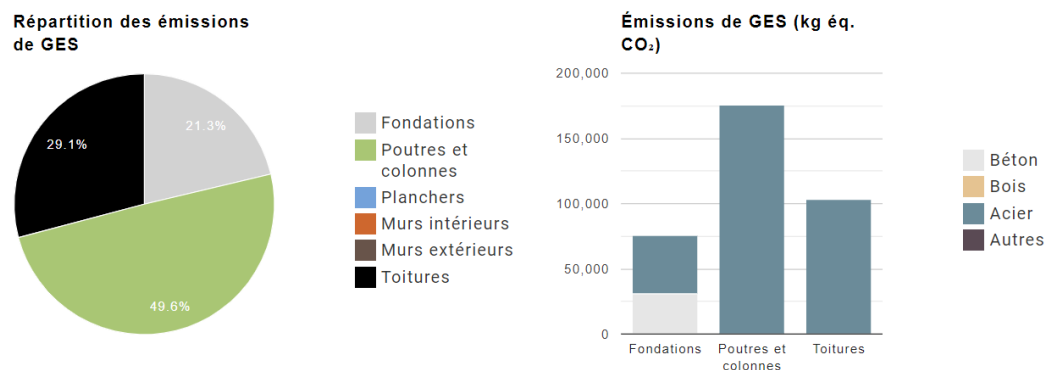


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

La structure réalisée amène une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 232 275 kg éq. CO₂, soit une réduction de 66 % 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 pour la structure, soit une structure en bois lamellé collé pour le scénario réalisé comparativement à une structure en acier pour le scénario de référence.

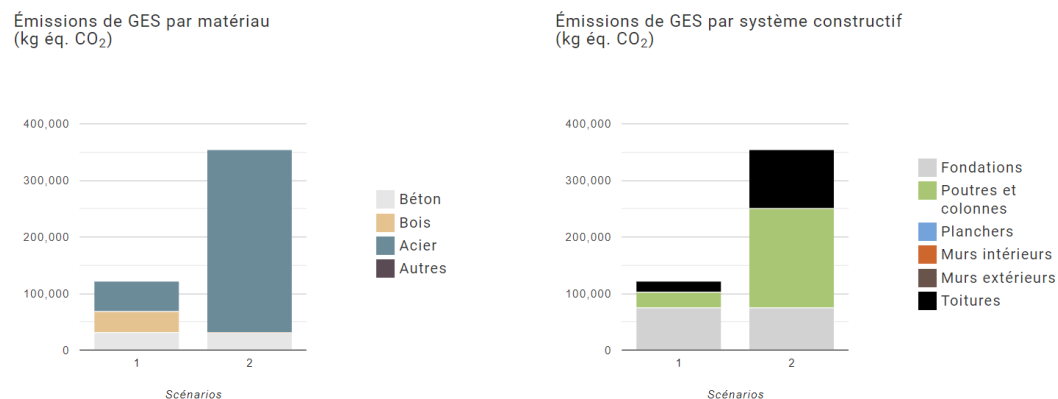


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du scénario réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecobois a été mandaté par la **Ville de Joliette** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé, la **Patinoire Bleu Blanc Rouge**, en le comparant avec un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario réalisé, ainsi que pour le scénario de référence, ont été fournies par la **Ville de Joliette**. 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.

Les informations fournies ont été utilisées pour procéder à la quantification des émissions de GES à l'aide de l'outil Gestimat. L'analyse a été réalisée en date du 9 février 2021 et révisée en date du 18 mars 2021.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario réalisé sont estimées à 121 429 kg éq. CO₂, soit 59 kg éq. CO₂/m² de l'espace couverte délimitée par les colonnes de la structure, alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 353 704 kg éq. CO₂, soit 172 kg éq. CO₂/m².

Selon ces données, la structure réalisée entraîne **une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 232 275 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 66 % par rapport au scénario de référence.

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 la **Ville de Joliette**.

Annexe 1

Quantités de matériaux de structure pour le scénario 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	115	m³	Plans et devis	Piliers
Barres d'armature	35	t	Plans et devis	Piliers
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
BLC	131	m³	Plans et devis	Poutres principales
BLC	23	m³	Plans et devis	Colonnes et contreventement
Vis, écrous et boulons	324	kg	Plans et devis	Clous vis et boulons pour toute la structure (selon données transmises le 2021-03-16)
Plaques d'acier épaisses	3414	kg	Plans et devis	Plaques de bases et ancrages (selon données transmises le 2021-03-16)
AJOUTER				
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
BLC	115	m³	Plans et devis	Platelage (selon données transmises le 2021-03-16)
BLC	42	m³	Plans et devis	Poutres intermédiaires
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 2

Quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 25 MPa	115	m³	Plans et devis	Piliers; avis de l'ingénieur ayant réalisé le projet de référence
Barres d'armature	35	t	Plans et devis	Piliers; avis de l'ingénieur ayant réalisé le projet de référence
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	19	t	Plans et devis	Colonnes + Entremises (selon données transmises le 2021-03-16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	5	t	Plans et devis	Contreventements (selon données transmises le 2021-03-16)
Poutrelles d'acier ajourées	53	t	Plans et devis	Fermes (selon données transmises le 2021-03-18)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	2	t	Plans et devis	Poutres secondaires (selon données transmises le 2021-03-16)
Vis, écrous et boulons	293	kg	Fournisseurs	Selon fournisseur du projet de référence
Plaques d'acier épaisses	1190	kg	Fournisseurs	Attaches, ferangles, etc. Selon fournisseur du projet de référence + ajout données transmises le 2021-03-16
AJOUTER				
Planchers				
AJOUTER				
Toiture				
Pontage en acier	22	t	Plans et devis	tôle toiture et latéral (selon données transmises le 2021-03-16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	18	t	Plans et devis	Entremises (selon données transmises le 2021-03-16)
HSS	9	t	Plans et devis	Entremises HSS (selon données transmises le 2021-03-16)
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Scénario réalisé

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



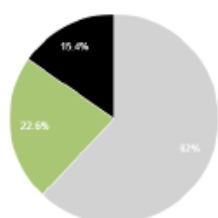
Scénario : Scénario réalisé

Nom du projet : Patinoire Bleu Blanc Rouge No du projet : 1
 Nom du scénario : Scénario réalisé Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

BLC

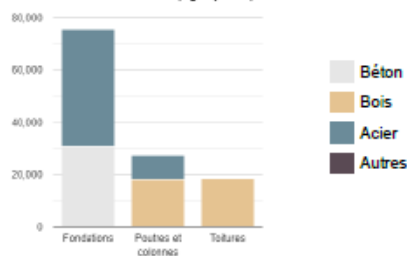
Scénario réalisé		Matériaux				Total	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	30 935	0,00	44 380	0,00	75 315	62,02
	Poutres et colonnes	0,00	18 326	9 105	0,00	27 431	22,59
	Planchers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	18 683	0,00	0,00	18 683	15,39
	Total GES (kg éq. CO ₂)	30 935	37 009	53 485	0,00	121 429	100%
GES par m ²		15,02	17,97	25,96	0,00	58,95	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version :

Dernière modification de l'analyse : 2021-03-17
 Génération du rapport : 2021-03-17

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



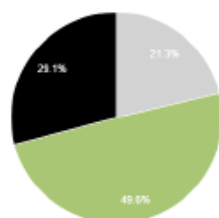
Scénario : Scénario de référence

Nom du projet : Patinoire Bleu Blanc Rouge No du projet : 1
 Nom du scénario : Scénario de référence Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

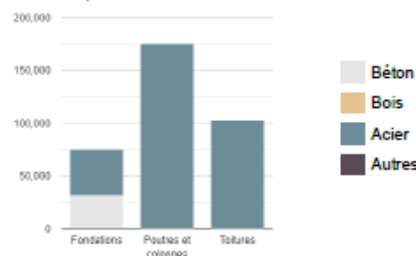
Acier

Scénario de référence		Matériaux				Total	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	30 935	0,00	44 380	0,00	75 315	21,29
	Poutres et colonnes	0,00	0,00	175 386	0,00	175 386	49,59
	Planchers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	0,00	103 003	0,00	103 003	29,12
	Total GES (kg éq. CO₂)	30 935	0,00	322 769	0,00	353 704	100%
GES par m ²		15,02	0,00	157	0,00	172	

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version : révision 1

Dernière modification de l'analyse : 2021-03-18
 Génération du rapport : 2021-03-18

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

INFORMATIONS DU PROJET

Nom du projet	Patinoire Bleu Blanc Rouge	Type de projet	Construction neuve
No du projet	1	Type de bâtiment	Sports et loisirs (stades, arénas, complexes multifonctionnels, etc.)
Province	Québec	Nombre d'étages	0
Municipalité	Joliette	Superficie au sol (m ²)	2060
Région administrative	Lanaudière	Superficie totale (m ²)	2060
Année prévue	2019	Version de l'analyse	révision 1
Budget prévu			

Description / Notes :

Projet de toiture pour une patinoire extérieure à Joliette.

SCÉNARIOS ANALYSÉS

	Nom	Total GES (kg éq. CO ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Scénario réalisé	121 429	BLC
Scénario 2	Scénario de référence	353 704	Acier
Scénario 3		0	
Scénario 4		0	
Scénario 5		0	
Scénario 6		0	

SCÉNARIO RETENU

	Type de structure	Émissions de GES estimées
(RÉFÉRENCE) Scénario 2	Acier	353 704
(RETENU) Scénario 1	Gros bois d'œuvre et bois lamellé-collé	121 429
Émissions de GES évitées		232 275

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Nombre d'étages		-	-	-	-	-	-
Nombre d'éléments modélisés		6	9	0	0	0	0
Fondations	m³ béton armé	115	115				
Poutres et colonnes	m³ béton armé						
	m³ bois	154					
	tonne acier		78,34				
Planchers	m² de planchers						
Murs intérieurs	m² de murs						
Murs extérieurs	m² de murs						
Toitures	m² de toitures	2 060	2 060				

VALIDATION DES SCÉNARIOS

	Scénario complété	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	X	
Scénario 2	X	
Scénario 3		
Scénario 4		
Scénario 5		
Scénario 6		

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie	-	-	-	-	-	-
Superficie totale de plancher (m²)	-	-	-	-	-	-
GES par matériau	(kg éq. CO ₂)					
Béton	30 935	30 935				
Bois	37 009					
Acier	53 485	322 769				
Autres						
GES par système constructif	(kg éq. CO ₂)					
Fondations	75 315	75 315				
Poutres et colonnes	27 431	175 386				
Planchers						
Murs intérieurs						
Murs extérieurs						
Toitures	18 683	103 003				
Total GES (kg éq. CO ₂)	121 429	353 704				
GES par m² (kg éq. CO ₂)	58,95	172				

