

Rapport sur les GES

« Nouvelle passerelle Matamajaw »

Réalisé par « Marc Thériault, ing. Innovation Amerik »

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

19 avril 2022

(signature)

(signature)

(signature)

Marc Thériault ing
Innovation AMERICK inc.
Responsable du projet
GES

Laval Robichaud, Directeur
général
Ville de Causapscal
Responsable administratif de
l'aide financière

Réjean Lagacé, Maire
Ville de Causapcal
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).

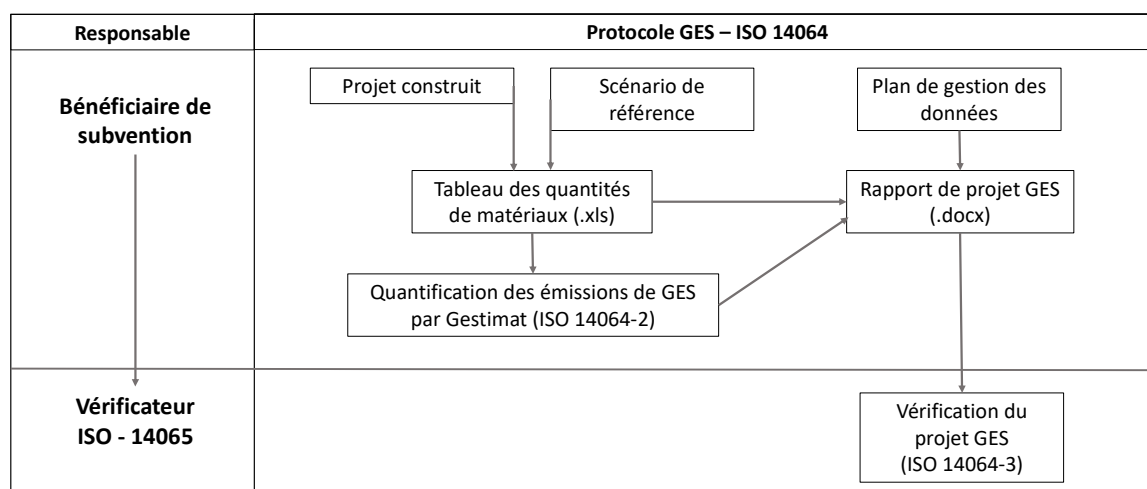
Table des matières

1. Projet GES	
1.1 Parties prenantes du Projet GES.....	3
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.....	4
1.5 Données du projet GES.....	6
2. Quantification des émissions de GES	6
3. Annexes	
3.1 <i>Annexe A – Tableaux des quantités des matériaux estimés</i>	6
3.2 <i>Annexe B – Lettre des estimateurs de quantités de matériaux</i>	8
3.3 <i>Annexe C – Rapport de quantification des émissions de GES</i>	9
3.4 <i>Annexe D – Rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3</i>	25

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : Ville de Causapscal
- Responsable administratif de l'aide financière : Laval Robichaud, Ville de Causapscal
- Responsable – Rapport du projet GES : Marc Thériault, ing., Innovation Amerik
- Responsable des estimations de quantités de matériaux
 - Projet construit : Alex Gagné, ing, Innovation Amerik
 - Scénario de référence : Alex Gagné, ing. Innovation Amerik
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Yannick Lessard, ing., Cecobois
- Vérification du projet GES : Roger Fournier Tetra Tech



1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Nouvelle passerelle Matamajaw
- Causapscal, Québec, rivière Matapédia.
- Coordonnées GPS : 48.352604, Nord , -67.223178 Ouest

1.3 Description du projet de construction



Le projet est une passerelle cyclo-piétonne à haubans avec une portée de 55 mètres et une largeur libre de 3 mètres. La superficie totale de tablier de la passerelle est de 174 m².

Ce projet innovant possède des tabliers mince en bois lamellé précontraint avec des tiges d'acier, qui sont recouverts d'un contreplaqué intercalé entre deux couches de membranes pour en assurer la pérennité.

Les pylônes sont en bois lamellé-collé avec connecteurs d'acier galvanisé stylisés, et recouverts d'une toiture de protection, aussi en bois.

Les colonnes et les poutres sont assemblés selon une géométrie non conventionnelle afin d'aller chercher le maximum de leur capacité, d'éloigner l'eau de pluie et d'offrir une esthétique singulière. Chaque composante a été optimisée dans un esprit fonctionnel, de durabilité et d'esthétisme.

À notre connaissance, il s'agit de la seule structure du genre avec une telle portée.



1.4 Description et justification du scénario de référence

Le scénario de référence est une passerelle autoportante en acier galvanisé ayant les mêmes dimensions et la même superficie totale de plancher que le projet réalisé.

Il s'agit d'une structure d'acier galvanisé triangulée autoportante en 4 sections boulonnées bout-à-bout, déposée sur 2 assises en béton armé. Le tablier est recouvert d'un platelage en madriers de polymère imitation bois. Les garde-corps en acier galvanisé qui longent la passerelle sur toute sa longueur ont été inclus dans l'analyse.

Le fait que les deux scénarios ne soient pas identiques en terme de concept : à haubans en bois et autoportants en acier, vient du fait que le client ne pouvait pas se permettre une structure

autoportante massive en bois à cet endroit, ni non plus une structure à treillis avec toiture. Il était aussi voulu que le concept soit unique, en ce sens qu'une structure d'acier à hauban de cette portée est quelque chose de commun, alors que ce n'est pas le cas en bois. De même, la structure d'acier du scénario de référence de par sa géométrie octogonale et ses balcons, offrait un style unique rencontrant les requis du client en cette matière.

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence
Règlementaire	Aucun obstacle.	Bâti sur un patrimonial, défavorable à l'utilisation de l'acier.
Pratique courante	Utilisation de tablier de bois lamellé contraint est peu répandue pour des structures de ce type.	Utilisation de l'acier est le standard de ce type de construction.
Financier	Coût de l'ordre de 917k\$, soit environ 327k\$ plus cher que le scénario en acier. Préjugé défavorable quant à l'entretien à long terme.	Coût de l'ordre de 590k\$, soit environ 327k\$ moins cher que le scénario en bois. Préjugé défavorable quant à l'entretien à long terme.
Technologique	Performance technique moins connue.	Aucun obstacle.
Ressources humaines	Nécessite des connaissances et compétences techniques spécifiques.	Aucun obstacle.
Infrastructure	Requiert des assises et des contrepoids	Aucun obstacle. Culées simples
Culturel, géographique, climatique	Qualité architecturale notable. Fortes charges de neige	Qualité architecturale moindre que la version à haubans
Marché	Aucun obstacle.	Aucun obstacle.
Institution, perception du public	Préjugé favorable pour l'esthétisme. Plus haut risque de vandalisme.	Aucun obstacle. incombustible

1.5 Données du projet GES

Les quantités de matériaux pour chacun des systèmes constructifs se retrouvent dans les 2 tableaux de quantités des matériaux présentés à l'*annexe A*.

L'*annexe B* présente une lettre des estimateurs des quantités de matériaux certifiant que les estimations sur les quantités respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence.

Tous les matériaux utilisés pour la construction ont été inclus dans les 2 tableaux, même ceux qui n'avaient pas un usage purement structural. Cela inclus les matériaux des garde-corps, ainsi que des membranes d'étanchéité et du platelage de marche pour les deux scénarios. Cela inclus aussi les deux toitures toute en bois recouvertes de bardeaux et de leur structure de soutien qui n'ont d'utilité que de protéger les pylônes structuraux en bois des intempéries et ainsi donner une durée de vie valable.

De par sa nature putrescible, le bois d'une structure extérieure comme celle d'une passerelle, ne peut être dissocié de ses éléments de protection que sont les toitures et les membranes.

Dans un souci de comparaison équitable, ces matériaux non structuraux ont donc été inclus dans les relevés présentés.

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m ³)
64,5

2. Quantification des émissions de GES

Le rapport de quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit et de son scénario de référence, ainsi que le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence, se retrouvent à l'*annexe C*.

Le tableau suivant présente le comparatif 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)
70 187	151 803	-81 616

Il est à noter que le béton supplémentaire requis, de même que l'acier contenu dans les 2 massifs d'ancrage du projet réalisé, auraient été présents si le scénario de référence avait lui aussi été une structure d'acier à haubans. Le béton des deux massifs représente à lui seul 60 000 kg des 81 616 kg des émissions supplémentaires de GES, 73,5% de cette différence. Le reste de cette différence provient de l'acier d'armature supplémentaire requis dans ces mêmes massifs.

3. Annexes

- Annexe A : tableau des quantités de matériaux (.xlsm);
- Annexe B : lettre des estimateurs de quantités de matériaux (Section 6.1 du Protocole);
- Annexe C : rapports complets du Gestimat (Section 7.0 du Protocole) :
 - 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.
- Annexe D : rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3

Annexe A – Tableaux des quantités des matériaux estimés

COLLECTE DE DONNÉES- Projet -

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	64	m³	Plans et devis	Assises de béton armé (2)
Barres d'armature	4	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Béton 15 MPa	250	m³	Plans et devis	Contrepoids (2)
Vis, écrous et boulons	96	kg	Plans et devis	Ancrages enfouis (16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	16	t	Modèle 3D	Ancres de contrepoids, coulés dans le béton
AJOUTER				
Planchers				
Bois d'œuvre	35	m³	Note de calculs	Platelage et structure de bois du tablier
Contreplaqué	3	m³	Note de calculs	recouvrement du tablier
Plaques d'acier minces	520	kg	Plans et devis	Plaques 3.2mm d'épaisseur
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	10	t	Note de calculs	Longerons & renforts
Vis, écrous et boulons	375	kg	Note de calculs	Tiges filetées Ø5/8"
Plaques d'acier épaisses	4711	kg	Note de calculs	Garde-corps
HSS	6	t	Note de calculs	Traverses en HSS
Autres	102	m	Plans et devis	Câbles d'acier Ø22,2mm avec accessoires
Autres	217	m	Plans et devis	Câbles d'acier Ø25mm avec accessoires
Autres	29	m	Plans et devis	Câbles d'acier Ø48mm avec accessoires
Clous	150	kg	Note de calculs	
Vis, écrous et boulons	385	kg	Note de calculs	Boulons de l'ensemble du projet
Autres	330	m²	Plans et devis	2 couches membrane d'étanchéité sur tout le tablier
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Toiture				
HSS	1	t	Plans et devis	Liens en acier des pylônes
BLC	10	m³	Plans et devis	Colonnes et entrants en LC des pylônes
Plaques d'acier épaisses	2080	kg	Plans et devis	Connecteurs en acier des pylônes
Bois d'œuvre	15	m³	Plans et devis	Structure de bois de la toiture
Autres	240	m²	Note de calculs	10 000 bardeaux de cèdre de la toiture
Clous	105	kg	Note de calculs	Clous de la toiture
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe A – Tableaux des quantités des matériaux estimés

COLLECTE DE DONNÉES- Scénario de référence -

QUANTITÉ DE MATÉRIEAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	19	m³	Plans et devis	Assises en béton armé (2)
Barres d'armature	1,5	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Vis, écrous et boulons	40	kg	Note de calculs	Ancrages enfouis
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	39	t	Modèle 3D	Structure en acier
Vis, écrous et boulons	240	kg	Plans et devis	Boulons structuraux
AJOUTER				
Planchers				
Autres	193	m²	Plans et devis	Platelage en matériau composite tel que modèle "transcend porch boards" de Trex
AJOUTER				
Toiture				
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

2022-04-19

1 de 1



Innovation AMERIK inc.
4-6, rue Proulx
Amqui (Québec)
G5J 3G2

Amqui, le 19 avril 2022

Direction du développement de l'industrie des produits du bois
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1

Objet: **Passerelle Matamajaw**

Bonjour,

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* (section 6.1 du protocole), je, Alex Gagné, certifie que les quantités des éléments pris en compte dans l'exercice de comparaison sont conformes aux attentes de la subvention en terme de précision.

Salutations distinguées,

Alex Gagné, ing.
Innovation Amerik inc.
4 - 6, rue Proulx
Amqui (Québec)
G5J 3G2

info@amerik.ca
www.amerik.ca
Téléphone: 418.631.1502 Télécopieur: 418.631.1477



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



Crédit photo : Amérik Innovation

Projet retenu : Nouvelle passerelle Matamajaw

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

Client : Ville de Causapscal
1, rue St-Jacques Nord
Causapscal, QC, G0J 1J0

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, CPI

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 1^{er} avril 2022

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 Causapscal a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure de la Nouvelle passerelle Matamajaw, pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de solutions innovantes ». Basée les informations fournies par la **Ville de Causapscal**, l'étude a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat en date du 1^{er} avril 2022.

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 Causapscal**.

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 Nouvelle passerelle Matamajaw, 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 projet 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 bâtiment 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 Causapscal.

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 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 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

La Nouvelle passerelle Matamajaw est une passerelle cyclo-piétonne à haubans avec une portée de 55 mètres et une largeur libre de 3 mètres. La superficie totale de plancher de la passerelle est de 174 m².

La structure de cette passerelle est supportée principalement par les haubans en acier galvanisé retenus, à chaque rive, par un pylône et ancrés au sol via un contrepoids en béton armé. Les pylônes de 12 mètres de haut sont en bois lamellé-collé et sont recouverts d'une toiture en bardeaux de cèdre dont la structure est en bois d'œuvre. Les haubans retiennent les 13 sections de plancher du tablier via des traverses en acier galvanisé. Le tablier en bois lamellé précontraint avec des tiges d'acier est recouvert de deux épaisseurs de membrane d'étanchéité ainsi que d'un platelage en bois traité. Les garde-corps qui longent la passerelle sur toute sa longueur sont en acier galvanisé.

Les bardeaux de cèdre de la toiture, les garde-corps, les membranes d'étanchéité du tablier et les haubans sont inclus dans l'analyse. Les haubans n'étant pas un matériau inclus dans Gestimat, il a été jugé acceptable d'utiliser le facteur d'émissions de GES des « Profils extrudés moyens » pour les besoins de cette analyse.

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

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence est une passerelle autoportante en acier galvanisé ayant les mêmes dimensions et la même superficie totale de plancher que le projet réalisé.

Il s'agit d'une structure d'acier galvanisé triangulée autoportante en 4 sections boulonnées bout-à-bout, déposée sur 2 assises en béton armé. Le tablier est recouvert d'un platelage en madriers de polymère imitation bois. Les garde-corps en acier galvanisé qui longent la passerelle sur toute sa longueur ont été inclus dans l'analyse.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication du matériau n'étant pas disponibles, le platelage en madriers de polymère imitation bois a été exclu de l'analyse.

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

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois, Cecoboïs a été mandaté par la **Ville de Causapscal** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, la **Nouvelle passerelle Matamajaw**, 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 projet réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par la **Ville de Causapscal**. 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 Cecoboïs.

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 Causapscal**.

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de la passerelle réalisée sont estimées à 151 803 kg éq. CO₂, soit 872 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Les assises en béton armé et les contrepoids en béton sont responsables de 61 % des émissions de GES associées à la fabrication des matériaux de structure du projet, soit 93 104 kg éq. CO₂.

Le tablier (plancher) en bois lamellé précontraint recouvert de deux épaisseurs de membranes d'étanchéité et d'un platelage en bois traité sont responsables de 3 % des émissions de GES totales, soit 4 790 kg éq. CO₂.

Les poutres et colonnes, qui incluent la structure en bois lamellé-collé des pylônes, les haubans en acier galvanisé, les traverses et renforts en acier et les garde-corps, sont responsables de 35 % des émissions de GES totales, soit 52 387 kg éq. CO₂.

La toiture qui recouvre les deux pylônes est responsable de 1 % des émissions de GES totales, soit 1 522 kg éq. CO₂.

En comparant les matériaux, l'acier représente 54 % des émissions de GES totales du projet réalisé, dont un peu plus de la moitié de ces émissions sont dues aux renforts et aux traverses du tablier. Le béton des assises et des contrepoids représente 41 % des émissions de GES totales. Le bois du tablier et des pylônes représente 3 % des émissions de GES totales (figure 2).

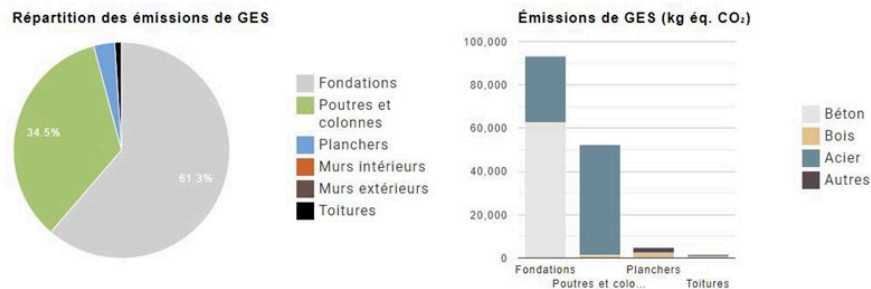


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 70 187 kg éq. CO₂, soit 403 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Les assises en béton armé et leurs ancrages sont responsables de 11 % des émissions de GES associées à la fabrication des matériaux de structure du projet, soit 7 978 kg éq. CO₂. La structure triangulée en acier galvanisé boulonné est responsable de 89 % des émissions de GES associées totales du projet, soit 62 208 kg éq. CO₂.

En comparant les matériaux, l'acier qui compose la structure triangulée, les barres d'armatures des assises et les garde-corps, représente la majorité des émissions de GES du scénario, soit 92 %. Le béton qui compose les assises représente 8 % des émissions de GES du scénario (figure 2).

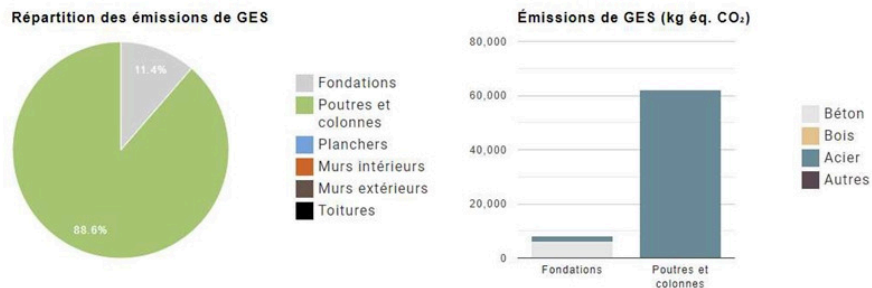


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé amène une augmentation des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 81 616 kg éq. CO₂, qui représente une augmentation de 469 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une augmentation de 116 % par rapport au scénario de référence. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5.

Les scénarios analysés sont deux concepts structuraux complètement différents, soit un pont haubané pour le projet réalisé et un pont en treillis métallique pour le scénario de référence. Contrairement au pont en treillis qui transfère des charges majoritairement gravitaires aux fondations, tout le poids du tablier du pont est retenu par les haubans ancrés à chaque extrémité. À défaut d'avoir des éléments naturels permettant cet ancrage, une grande quantité de béton doit être utilisée pour faire contrepoids aux charges retenues par les haubans. C'est ce qui explique en grande partie les différences entre les deux scénarios.

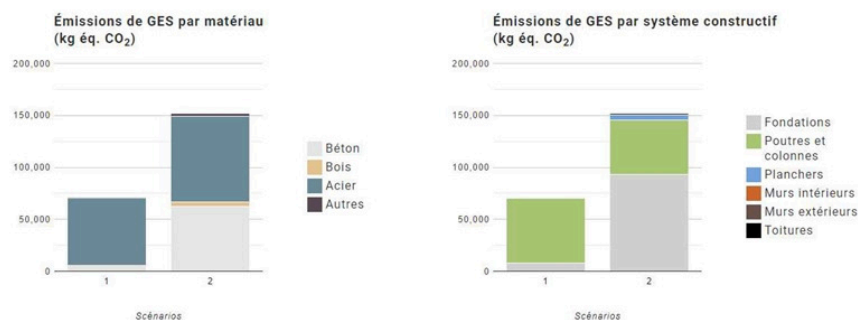


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecoboïs a été mandaté par la **Ville de Causapscal** 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 **Nouvelle passerelle Matamajaw**, en le comparant avec 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 la **Ville de Causapscal**. 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 1^{er} avril 2022, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 151 803 kg éq. CO₂, soit 872 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 70 187 kg éq. CO₂, soit 403 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

Selon ces données, le projet réalisé entraîne **une augmentation des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 81 616 kg éq. CO₂**, soit une augmentation de 469 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Cette augmentation s'explique principalement par la plus grande quantité de béton requis pour les fondations du projet réalisé, un pont haubané qui utilise des contrepoids en béton à chaque rive pour retenir les charges du tablier.

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 Causapscal**.

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 30 MPa	64.00	m³	Plans et devis	Assises de béton armé (2)
Barres d'armature	3.73	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Béton 15 MPa	250.00	m³	Plans et devis	Contrepoids (2)
Vis, écrous et boulons	96.00	kg	Plans et devis	Ancrages enfouis (16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	16.20	t	Modèle 3D	Ancres de contrepoids, coulés dans le béton
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Plaques d'acier minces	520.00	kg	Plans et devis	Plaques 3.2mm d'épaisseur
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	9.88	t	Note de calculs	Longerons & renforts
Vis, écrous et boulons	375.00	kg	Note de calculs	Tiges filetées Ø5/8"
Plaques d'acier épaisses	4711.00	kg	Note de calculs	Garde-corps
HSS	5.90	t	Note de calculs	Traverses en HSS
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.31	t	Plans et devis	Câbles d'acier Ø22,2mm avec accessoires
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.84	t	Plans et devis	Câbles d'acier Ø25mm avec accessoires
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.41	t	Plans et devis	Câbles d'acier Ø48mm avec accessoires
Vis, écrous et boulons	385.00	kg	Note de calculs	Boulons de l'ensemble du projet
HSS	0.70	t	Plans et devis	Liens en acier des pylônes
BLC	10.00	m³	Plans et devis	Colonnes et entrants en LC des pylônes
Plaques d'acier épaisses	2080.00	kg	Plans et devis	Connecteurs en acier des pylônes
AJOUTER				
Planchers				
Bois d'œuvre	34.50	m³	Note de calculs	Platelage et structure de bois du tablier
Contreplaqué	2.90	m³	Note de calculs	recouvrement du tablier
Clous	150.00	kg	Note de calculs	
Autres	2227.50	kg éq. CO ₂	Plans et devis	2 couches membrane d'étanchéité sur tout le tablier
AJOUTER				
Toiture				
Bois d'œuvre	14.50	m³	Plans et devis	Structure de bois de la toiture
Autres	512.55	kg éq. CO ₂	Note de calculs	10 000 bardeaux de cèdre de la toiture
Clous	105.00	kg	Note de calculs	Clous de la toiture (structure + bardeaux)
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 30 MPa	18.60	m³	Plans et devis	Assises en béton armé (2)
Barres d'armature	1.50	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Vis, écrous et boulons	40.00	kg	Note de calculs	Ancrages enfouis
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	38.90	t	Modèle 3D	Structure en acier
Vis, écrous et boulons	240.00	kg	Plans et devis	Boulons structuraux
AJOUTER				
Planchers				
Autres	193	m²	Plans et devis	Platelage en matériau composite tel que "transcend porch boards" de Trex (Exclut de l'analyse = Absence de donnée GES)
AJOUTER				
Toiture				
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Projet réalisé

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



Scénario : Projet - Bois

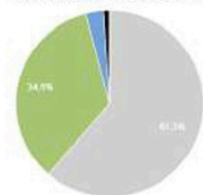
Nom du projet : PVT_Passerelle Matamajaw
 No du projet : _____
 Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes : _____

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

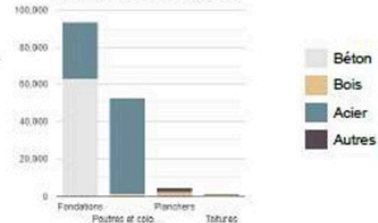
		Matériaux				Total GES	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	62 480	0	30 624	0	93 104	61.3
	Poutres et colonnes	0	1 190	51 197	0	52 387	34.5
	Planchers	0	2 240	323	2 228	4 790	3.2
	Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0
	Murs extérieurs	0	0	0	0	0	0
	Toitures	0	783	226	513	1 522	1.0
	Total GES	62 480	4 213	82 370	2 740	151 803	100
%		41.2	2.8	54.3	1.8	100	
GES par m ²		359	24.2	473	15.7	872	

Superficie totale de plancher (m²): 174

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version :

Dernière modification de l'analyse : 2022-04-01
 Génération du rapport : 2022-04-01

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



Scénario : Scénario de référence - Acier

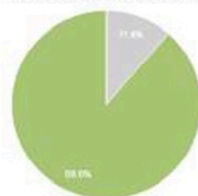
Nom du projet : PVT_Passerelle Matamajaw
 No du projet :
 Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

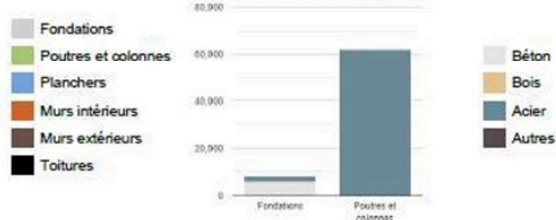
		Matériaux				Total GES	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	5 952	0	2 026	0	7 978	11.4
	Poutres et colonnes	0	0	62 208	0	62 208	88.6
	Planchers	0	0	0	0	0	0
	Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0
	Murs extérieurs	0	0	0	0	0	0
	Toitures	0	0	0	0	0	0
Total GES		5 952	0	64 235	0	70 187	100
%		8.5	0	91.5	0	100	
GES par m²		34.2	0	369	0	403	

Superficie totale de plancher (m²): 174

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version :

Dernière modification de l'analyse : 2022-04-01
 Génération du rapport : 2022-04-01

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

INFORMATIONS DU PROJET			
Nom du projet	PVT_Passerelle	Type de projet	Construction neuve
No du projet	Matamajaw	Type de bâtiment	Ponts et passerelles
Province	Québec	Nombre d'étages	1
Municipalité	Causapscal	Superficie au sol (m²)	174
Région administrative	Bas-Saint-Laurent	Superficie totale (m²)	174
Année prévue	2021	Version de l'analyse	
Budget prévu			
Description / Notes :			
Passerelle cyclo-piétonne à haubans, mesurant 55m de portée et 3m de largeur libre.			
SCÉNARIOS ANALYSÉS			
	Nom	Total GES (kg éq. CO ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Scénario de référence - Acier	70 187	
Scénario 2	Projet - Bois	151 803	
SCÉNARIO RETENU			
	Type de structure	Émissions de GES estimées	
(RÉFÉRENCE) Scénario 1	Acier	70 187	
(RETENU) Scénario 2	Hybride acier-bois	151 803	
		Émissions de GES évitées	-81 616

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2
Saisie selon bâtiment type		Non	Non
Nombre d'étages		N/A	N/A
Nombre d'éléments modélisés		2	5
Fondations	m³ béton armé	18.6	64
Poutres et colonnes	m³ béton armé		
	m³ bois		
	tonne acier		
Planchers	m² de planchers		
Murs intérieurs	m² de murs		
Murs extérieurs	m² de murs		
Toitures	m² de toitures		

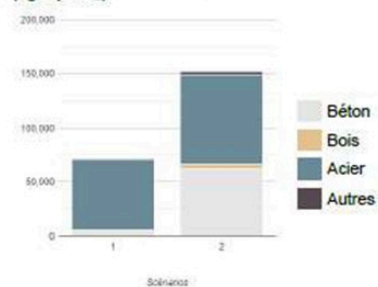
VALIDATION DES SCÉNARIOS

	Scénario completé	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	X	
Scénario 2	X	

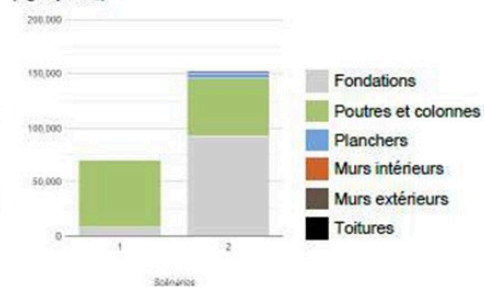
Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS			
		Scénario 1	Scénario 2
GES par matériau		(kg éq. CO ₂)	
	Béton	5 952	62 480
	Bois		4 213
	Acier	64 235	82 370
	Autres		2 740
GES par système constructif		(kg éq. CO ₂)	
	Fondations	7 978	93 104
	Poutres et colonnes	62 208	52 387
	Planchers		4 790
	Murs intérieurs		
	Murs extérieurs		
	Toitures		1 522
Total GES	(kg éq. CO ₂)	70 187	151 803
GES par m ²	(kg éq. CO ₂)	403	872

Émissions de GES par matériau
(kg éq. CO₂)



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



Rapport de vérification

Vérification du rapport de projet GES de la Nouvelle passerelle Matamajaw
Version finale



Vérification du rapport de projet GES de la Nouvelle passerelle Matamajaw

Projet : 39649TTK
Rév. 0
2022-09-12

PRÉSENTÉ À

Ville de CAUSAPSCAL

1, rue St-Jacques Nord
Causapscal (Québec)
G0J 1J0

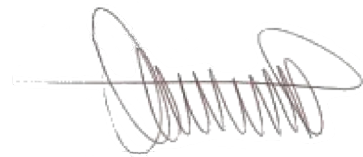
PRÉSENTÉ PAR

Tetra Tech QI inc.

1205, rue Ampère
Bureau 310
Boucherville (Québec)
J4B 7M6

Tél. : 450 655-8440
Télec. : 450 655-7121
tetratech.com

Préparé par :



12 septembre 2022

Roger Fournier, CPA
Vérificateur en chef

Date

VERSION FINALE

RÉVISIONS

RÉVISION	DATE	DESCRIPTION	PRÉPARER PAR
A	7 SEPTEMBRE 2022	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	RF/cq
0	12 SEPTEMBRE 2022	VERSION FINALE	RF/cq

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	1
1.1 Rôles et responsabilités	1
1.2 Promoteur et localisation du site	1
1.3 Objectifs de la vérification	1
1.4 Critères de vérification	2
1.5 Niveau d'assurance.....	2
1.6 Importance relative.....	2
1.7 Date de la période de vérification	2
2.0 ORGANISME DE VÉRIFICATION	3
2.1 Accréditation de l'organisme de vérification.....	3
2.2 Organisme.....	3
2.3 Sous-traitance	4
2.4 Composition de l'équipe de vérification	4
2.5 Impartialité et conflit d'intérêts	4
3.0 DESCRIPTION DU PROJET ET DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	5
3.1 Description du projet	5
3.2 Choix du scénario de référence	5
4.0 MÉTHODOLOGIE DE VÉRIFICATION.....	6
4.1 Examen des documents.....	6
4.2 Élaboration de l'approche de vérification	7
4.3 Réunion de démarrage et visite des lieux.....	7
4.4 Revue de la documentation et demandes d'actions	8
4.5 Évaluation du projet par rapport aux exigences	9
4.6 Limitation et usage du rapport	10
5.0 CONCLUSION DE LA VÉRIFICATION	10
6.0 OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORATION.....	10
7.0 FAITS DÉCOUVERTS APRÈS LA VÉRIFICATION	10

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de l'organisme de vérification Tetra Tech QI inc.....	3
---	---

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Intervenants présents lors de la visite du 2 septembre 2022.....	8
--	---

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – AVIS DE VÉRIFICATION

ANNEXE B – ATTESTATION D'ABSENCE DE CONFLITS D'INTÉRÊTS

ANNEXE C – RAPPORT DE PROJET GES

Madame Véronique Bouillon
Coordonnatrice des programmes et responsable techniques des bâtiments

Ville de CAUSAPSCAL

1, rue St-Jacques Nord
CAUSAPSCAL (Québec) G0J 1J0

Madame Bouillon,

Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) a été mandaté pour effectuer la vérification du rapport de projet GES intitulé : « Nouvelle passerelle Matamajaw », daté du 19 avril 2022. Le rapport de projet GES visé par la présente vérification est joint en Annexe C.

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Tetra Tech a été mandatée par la ville de Causapscal. (ci, après, « CAUSAPSCAL ») pour vérifier son rapport de projet GES intitulé « Nouvelle passerelle Matamajaw » daté du 19 avril 2022.

1.1 RÔLES ET RESPONSABILITÉS

CAUSAPSCAL est responsable de la pertinence, de la constance, de la transparence, du conservatisme, de l'intégralité, de l'exactitude et de la présentation du rapport de projet GES joint en annexe. Notre responsabilité consiste à exprimer une opinion basée sur notre vérification.

L'objectif du mandat de Tetra Tech était de vérifier les informations contenues dans le rapport de projet GES joint à l'Annexe C afin d'émettre une opinion avec un niveau d'assurance raisonnable à la suite de notre vérification.

1.2 PROMOTEUR ET LOCALISATION DU SITE

Le projet de réductions d'émissions de GES qui fait l'objet du présent mandat de vérification est situé à l'adresse suivante :

CAUSAPSCAL, Québec, Rivière Matapédia
48.352604 Nord, -67.223178 Ouest

1.3 OBJECTIFS DE LA VÉRIFICATION

L'objectif de ce mandat vise à fournir un avis portant sur le rapport de projet GES de CAUSAPSCAL intitulé « Nouvelle passerelle Matamajaw » daté du 19 avril 2022, conformément aux prescriptions 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* ainsi que des critères du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*.

Notre vérification est effectuée en conformité avec la norme ISO 14064-3 intitulée « *Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2019)* ».

1.4 CRITÈRES DE VÉRIFICATION

La vérification du rapport de projet effectuée dans le cadre du présent mandat est réalisée afin de confirmer l'adéquation du rapport GES avec les exigences édictées 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 ainsi que des critères du Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*.

Notre vérification GES dans le cadre du présent mandat sera aussi réalisée en tenant compte des critères suivants :

- Le respect des principes de la norme ISO 14064-2;
- La justification du choix du scénario de référence;
- L'exactitude des données utilisées par rapport aux sources d'information, pour le projet GES (notes de calculs, plans et devis ainsi que modèle 3D) et pour le scénario de référence (notes calculs, quantités de matériaux estimées et modèle 3D);
- L'exactitude des résultats présentés en fonction des calculs effectués par l'outil d'estimation Gestimat;
- L'exactitude du calcul des **augmentations** GES obtenus du projet GES par rapport au scénario de référence;
- Le degré d'incertitude de la déclaration GES est bas et le seuil d'importance relative n'a pas été atteint ou dépassé.

1.5 NIVEAU D'ASSURANCE

Dans le cadre du présent mandat de vérification de GES, un niveau d'assurance raisonnable est recherché, tel qu'exigé 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*.

1.6 IMPORTANCE RELATIVE

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*, le seuil d'importance relative des écarts constatés est de 5 % des réductions/augmentations GES déclarées.

De plus, 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* établit les paramètres suivants :

- Pour le scénario de projet, un niveau de précision supérieur à 90 % pour les quantités de matériaux utilisés;
- Pour le scénario de référence, un niveau de précision de 80 % à 95 % sur les quantités de matériaux utilisés à l'exception des attaches où le degré de précision doit se situer entre 60 % et 80 %.

Nous avons déterminé que lors de notre vérification, toute estimation de quantité de matériaux utilisés qui serait à l'extérieur des paramètres décrits ci-haut constituerait une erreur et pourrait affecter le seuil d'importance relative.

1.7 DATE DE LA PÉRIODE DE VÉRIFICATION

La vérification a officiellement débuté en date de la réunion de démarrage tenue le 23 juin 2022 et s'est terminée en date du présent rapport.

2.0 ORGANISME DE VÉRIFICATION

2.1 ACCRÉDITATION DE L'ORGANISME DE VÉRIFICATION

Tetra Tech QI inc. est une entreprise accréditée ISO 14065 par le Conseil canadien des normes (CCN) depuis le 25 juin 2015 (<https://www.scc.ca/fr/accréditation/gaz-a-effet-de-serre/tetra-tech-qi-inc>). Les coordonnées de Tetra Tech enregistrées auprès du CCN sont les suivantes :

Tetra Tech QI inc.
1205, rue Ampère, bureau 310
Boucherville (Québec) J4B 7M6

2.2 ORGANISME

L'organigramme de la structure de Tetra Tech QI inc. est présenté à la **Figure 1** suivante.

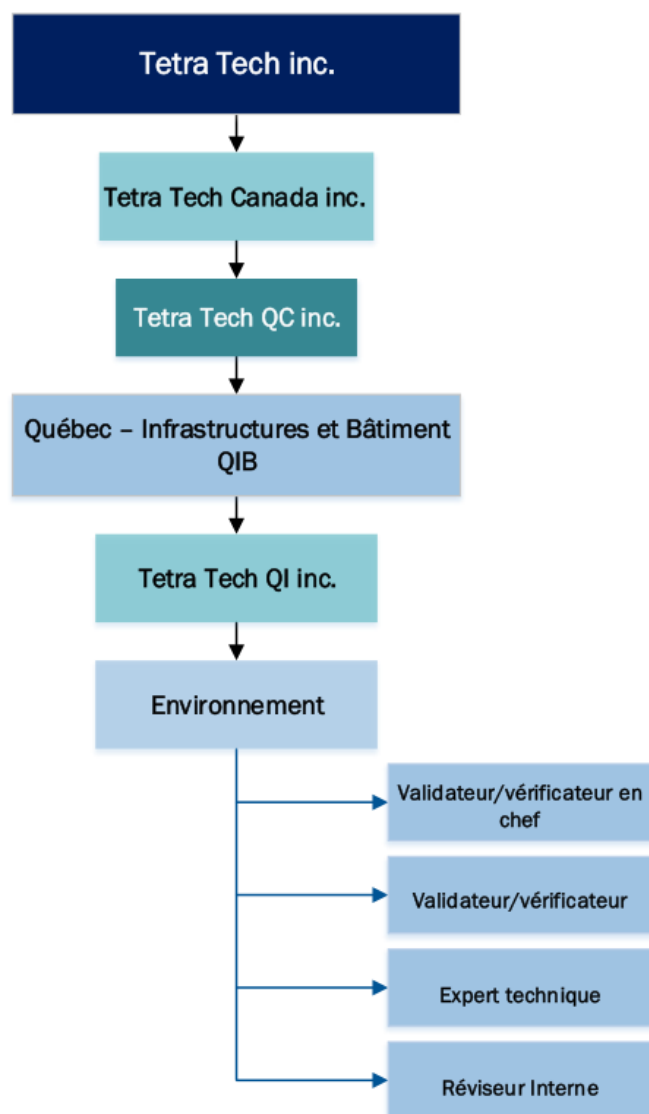


Figure 1 : Organigramme de l'organisme de vérification Tetra Tech QI inc.

2.3 SOUS-TRAITANCE

Tetra Tech QI inc. a sous-traité le rôle de Vérificateur en chef à l'entreprise suivante :

SERVICE VÉRIFICATION CARBON QUANTUM INC.

76, rue Morley

Longueuil (Québec) J4V 2Y9

2.4 COMPOSITION DE L'ÉQUIPE DE VÉRIFICATION

L'équipe de vérification sélectionnée pour ce mandat se compose des membres suivants :

Vérificateur en chef :

Roger Fournier CPA

Sous-traitant – SERVICE VÉRIFICATION CARBON QUANTUM INC.

1205, rue Ampère, bureau 310

Boucherville (Québec) J4B 7M6

Tél. : 514 891-6799

roger.fournier@tetrattech.com

La révision interne est effectuée par :

Georges Côté, Ing.

1205 rue Ampère, bureau 310

Boucherville (Québec) J4B 7M6

Tél. : 438-835-7720

Georges.cote@tetrattech.com

Tetra Tech a mis en place des procédures de plaintes et appels en cas de litige concernant la vérification. CAUSAPSCAL peut avoir recours à ces procédures sur demande.

2.5 IMPARTIALITÉ ET CONFLIT D'INTÉRÊTS

Tetra Tech QI inc. a mis en place des procédures afin de démontrer l'indépendance de la firme par rapport au projet de vérification. Ces procédures peuvent être consultées sur demande.

Tetra Tech a complété le mécanisme interne de surveillance de l'impartialité. Ces menaces à l'impartialité sont jugées faibles et donc, la vérification par Tetra Tech de la déclaration GES de CAUSAPSCAL est permise.

De plus, des procédures internes concernant les sources potentielles de conflit d'intérêts ont été élaborées (Tetra Tech, vérificateur en chef, vérificateur, réviseur). Les vérifications internes réalisées par Tetra Tech dans le cadre de ce mandat et selon ses procédures ont conclu qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts entre les parties participantes qui pourrait influencer ou affecter le mandat de vérification.

3.0 DESCRIPTION DU PROJET ET DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

3.1 DESCRIPTION DU PROJET

La Nouvelle passerelle Matamajaw est une passerelle cyclo piétonne à haubans avec une portée de 55 mètres et une largeur libre de 3 mètres. La superficie totale de plancher de la passerelle est de 174 M²

La structure de cette passerelle est supportée principalement par les haubans en acier galvanisé retenus, à chaque rive, par un pylône et ancrés au sol via un contrepoids en béton armé. Les pylônes de 12 mètres de haut sont en bois lamellé-collé et sont recouverts d'une toiture en bardeaux de cèdre dont la structure est en bois d'œuvre. Les haubans retiennent les 13 sections de plancher du tablier via des traverses en acier galvanisé. Le tablier en bois lamellé précontraint avec des tiges d'acier est recouvert de deux épaisseurs de membrane d'étanchéité ainsi que d'un platelage en bois traité. Les garde-corps qui longent la passerelle sur toute sa longueur sont en acier galvanisé.

3.2 CHOIX DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Le scénario de référence est une passerelle autoportante en acier galvanisé ayant les mêmes dimensions et la même superficie totale de plancher que le projet réalisé.

Il s'agit d'une structure d'acier galvanisé triangulée autoportante en 4 sections boulonnées bout à bout, déposée sur 2 assises en béton armé. Le tablier est recouvert d'un platelage en madriers de polymère imitation bois. Les garde-corps en acier galvanisé qui longent la passerelle sur toute sa longueur ont été inclus dans l'analyse.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication du matériau n'étant pas disponibles, le platelage en madriers de polymère imitation bois a été exclu de l'analyse.

Le lecteur doit être informé que bien que le platelage ait été exclu du calcul des émissions de GES dans le scénario de référence, les émissions reliées au platelage dans le scénario de projet ont été incluses dans le calcul des émissions de ce scénario ce qui rend le calcul des émissions de GES non comparables entre les deux scénarios en ce qui concerne le platelage.

4.0 MÉTHODOLOGIE DE VÉRIFICATION

Le processus de vérification réalisé dans le cadre de ce mandat est effectué selon la méthodologie de la norme ISO 14064-3 tout en tenant compte 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 ainsi que des critères du Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*.

Le mandat réalisé par Tetra Tech couvre la revue des documents et la réalisation des étapes mentionnées ci-dessous :

- Prendre connaissance du rapport de projet GES et des renseignements et documents fournis par CAUSAPSCAL et ses partenaires;
- Élaborer l'approche de vérification;
- Déterminer les risques de la vérification;
- Élaborer un plan de collecte de preuves;
- Élaborer un plan de vérification;
- Effectuer une visite des lieux;
- Effectuer une revue de la documentation ainsi que des demandes d'informations, corrections et/ou clarifications;
- Évaluer le plan de gestion des données et renseignements sur les GES;
- Évaluer le rapport de projet GES par rapport aux critères 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 ainsi que des critères du Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*;
- Émettre l'avis et le rapport de vérification.

4.1 EXAMEN DES DOCUMENTS

Au cours de notre vérification, les documents suivants ont été consultés :

- Rapport de projet GES intitulé : « Nouvelle passerelle Matamajaw » daté du 19 avril 2022;
- Norme ISO 14064-3 intitulée « Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2019) »;
- *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments*;
- *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*;
- Les tableaux des quantités des matériaux (Annexe A du rapport de projet);
- Lettre de Monsieur Alex Gagné, Ing (Innovation Amerik inc.) certifiant que les quantités des éléments pris en compte dans l'exercice de comparaison sont conformes aux attentes de la subvention et de la section 6.1 du protocole, et ce en termes de précision. (Annexe B du rapport de projet);
- Copie des plans et devis et des notes de calculs;
- Rapports complets du Gestimat (Annexe 3 du rapport de projet);
- Divers documents de support.

4.2 ÉLABORATION DE L'APPROCHE DE VÉRIFICATION

Au début de notre processus de vérification, nous avons reçu le rapport de projet GES et ses différentes annexes. À la réception de ce rapport et ces annexes, nous avons été en mesure de procéder à une première évaluation de notre risque de vérification, des scénarios utilisés et des sources d'émissions en cause.

Un plan de collecte de preuves a été préparé.

Un plan de vérification a été remis au client. Ce plan de vérification établit, entre autres, le niveau d'assurance recherché, l'importance relative, la planification de la visite des lieux ainsi que différentes étapes du processus de vérification. Notre plan de vérification original n'a pas été modifié au cours de ce mandat de vérification.

Notre vérification a été exécutée conformément à la norme ISO 14064-3 intitulée « Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2019) ». Cette norme exige que la vérification soit planifiée et exécutée de façon à obtenir soit une assurance raisonnable, soit une assurance limitée, à l'effet que le rapport de projet GES joint en annexe donne, à tous les égards importants, une image fidèle des réductions/augmentations d'émissions de GES, qu'il soit libre de toute inexactitude importante, qu'il reflète de façon appropriée les données et les informations relatives aux réductions/augmentations d'émissions de GES du projet et, finalement, que le seuil d'importance relative n'ait pas été atteint ou dépassé.

Une opinion avec un niveau d'assurance raisonnable doit être émise en vertu 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* et nous avons planifié et exécuté notre vérification en conséquence. Ainsi, notre vérification a couvert les procédés que nous avons jugés nécessaires dans les circonstances pour fournir un fondement raisonnable à notre opinion.

L'obtention d'une assurance raisonnable à l'égard des assertions relatives aux GES exige l'exécution de procédés pour obtenir de l'information probante appuyant la quantification des réductions d'émissions et les autres déclarations contenues dans les assertions. Nos procédés ont été choisis sur la base de notre jugement professionnel et de notre appréciation du risque d'inexactitudes importantes dans les assertions de GES.

4.3 RÉUNION DE DÉMARRAGE ET VISITE DES LIEUX

Pour la réunion de démarrage du projet, une discussion téléphonique a eu lieu le 23 juin 2022 avec Madame Véronique Bouillon, Coordonnatrice des programmes et responsable techniques des bâtiments à la ville de Causapscal. Lors de cette rencontre téléphonique, nous avons abordé, entre autres, les points suivants :

- Description du projet;
- Approche de la vérification;
- Discussion sommaire sur le projet de rapport présenté;
- Plan de vérification;
- Différentes étapes dans le processus de vérification du rapport de projet.

Une visite des lieux a été effectuée par Tetra Tech, le 2 septembre 2022. Les objectifs de cette visite étaient, entre autres, de confirmer l'existence du projet, de confirmer par une visualisation extérieure différents paramètres et de les corroborer avec la description faite dans le rapport de projet.

Les personnes inscrites au tableau suivant étaient présentes lors de la visite du 2 septembre 2022 :

Tableau 1 : Intervenants présents lors de la visite du 2 septembre 2022

Nom	Organisme
M. Laval Robichaud Directeur général	Ville de Causapscal
M. Marc Thériault Ing. Responsable du projet GES	Innovation Americk Inc.
M. Pierre-Alexandre Perreault Technicien	Tetra Tech

4.4 REVUE DE LA DOCUMENTATION ET DEMANDES D' ACTIONS

La revue de la documentation concernant le rapport de projet GES intitulé « Nouvelle passerelle Matamajaw » et daté du 19 avril 2022 a été complétée à la suite des demandes d'informations complémentaires, clarifications et corrections qui ont été émises à CAUSAPSCAL par le vérificateur.

Des échanges par courrier électronique ont permis de compléter et de clarifier certaines informations nécessaires pour la complétion du mandat. Tetra Tech a pu obtenir des réponses satisfaisantes à l'ensemble de ses demandes d'informations complémentaires adressées à CAUSAPSCAL.

Sur l'ensemble des informations obtenues, nous avons analysé, entre autres, les quantités de matériaux imputées au projet ainsi qu'au scénario de référence. Il doit être noté que, tel que mentionné dans le protocole, Tetra Tech n'a pas vérifié les calculs dans Gestimat incluant l'utilisation des facteurs d'émissions appropriés. Seules les saisies des quantités ont été vérifiées par Tetra Tech dans le logiciel Gestimat.

Pour le scénario de projet et le scénario de référence, nous avons analysé les quantités imputées en prenant connaissance des notes de calculs, des plans et modèle 3D

Les quantités retracées par Tetra Tech étaient conformes à celles inscrites dans Gestimat. Un recalcul effectué par Tetra Tech ne montre aucun écart significatif par rapport aux quantités de matériaux des deux scénarios déclarés dans le rapport. **L'écart sur les quantités de matériaux et émissions de GES est en dessous du seuil d'importance relative déterminée à la section 1.6 de ce rapport.**

Les **augmentations** d'émissions de GES ont été calculées en comparant les émissions de GES du scénario de projet avec les émissions de GES du scénario de référence. Le recalcul effectué par Tetra Tech ne montre aucun écart significatif par rapport aux **augmentations** d'émissions de GES déclarées dans le rapport de projet.

Sur la base de ces vérifications, il est possible d'affirmer que les quantités compilées par le Promoteur de projet pour le scénario de projet et le scénario de référence sont exemptes d'écarts importants.

4.5 ÉVALUATION DU PROJET PAR RAPPORT AUX EXIGENCES

Le protocole de quantification intitulé : « *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* » détermine différents points à considérer dans la quantification des réductions/augmentations d'émissions notamment les points suivants :

- Procédures d'entrées de données des sources, puits et réservoirs;
- Choix du scénario de référence et la justification de celui-ci;
- **Concernant le choix du scénario de référence, CAUSAPSCAL a analysé qu'un seul scénario bien que les bonnes pratiques suggèrent d'analyser plus d'un scénario de référence possible.**
- **Le responsable du projet nous a indiqué qu'il n'y avait qu'un choix de scénario de référence qui rencontrait les critères CAUSAPSCAL. Le seul scénario de référence choisi génère moins d'émissions de GES que le projet.**
- Collecte de données incluant les méthodes utilisées pour déterminer la sélection et la quantité de matériaux utilisés dans les deux scénarios ainsi que d'avoir un plan de gestion des données;
- Quantification des émissions de GES, utilisation de facteurs d'émission GES et quantification des réductions/augmentations d'émissions de GES.

Concernant le contrôle et la gestion des données, la section 6.3 du Protocole de quantification établit les critères suivants :

- À la suite de la cueillette d'information à partir du modèle numérique, des plans et devis et autres documents de support, toutes les données seront consignées dans des fichiers numériques. Ces documents seront archivés dans les répertoires appropriés.
- Des copies de sauvegarde du réseau, sur lequel ces fichiers électroniques sont conservés, seront effectuées régulièrement.
- Tous les calculs seront vérifiés par une seconde personne afin de garantir leur précision.
- Tous les documents seront correctement identifiés, indiquant l'auteur et la raison de ce document.

Dans des échanges de courriels avec Mme Véronique Bouillon et M. Marc Thériault (Responsable du projet), ceux-ci nous ont confirmé que CAUSAPSCAL respectait les spécifications de la section 6.3 du protocole en lien avec la conservation, la vérification, la sauvegarde et l'identification des documents reliés au projet.

Tetra Tech conclut que le protocole intitulé : « *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* » a été bien suivi par le promoteur de projet **tout en tenant compte de notre commentaire concernant l'analyse d'un seul scénario de référence.**

Dans l'analyse de ce projet, le lecteur doit être avisé que ce projet n'est pas conforme à la section 3 A) du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois* car ce programme vise principalement à réduire les émissions de GES des nouveaux bâtiments non résidentiels et multifamiliaux de moyenne et grande hauteur ce qui n'est pas le cas avec ce projet, car le projet génère plus d'émissions que le scénario de référence

4.6 LIMITATION ET USAGE DU RAPPORT

Le présent document (rapport) est destiné à l'usage exclusif de la personne ou de l'entité (client) ayant mandaté Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) pour le produire. Son contenu reflète l'appréciation du projet tel que décrit dans le rapport de projet GES attaché. Le contenu de ce document ne peut donc être appliqué à la situation antérieure ou future de la date de cette déclaration attachée. Tout énoncé du présent rapport est effectué en fonction de la date de l'émission du présent rapport, de la période visée et de la réglementation pour laquelle la vérification a été effectuée.

Les conclusions et recommandations relatives au présent dossier ont été élaborées par des professionnels qualifiés à partir des meilleures informations disponibles en suivant les procédures reconnues. Tetra Tech se réserve le droit de changer ses conclusions et recommandations si des informations additionnelles venaient à être divulguées.

La reproduction, la distribution ou l'utilisation du présent document, en tout ou en partie, sous quelque forme que ce soit, par toute personne ou entité autre que celle à qui il a été soumis, n'est pas autorisée sans permission écrite de Tetra Tech. Il en est de même de l'usage de la marque de commerce Tetra Tech.

Le contenu du présent document ne constitue pas une opinion juridique.

5.0 CONCLUSION DE LA VÉRIFICATION

Le rapport de projet GES de la ville de Causapsal intitulé : « Nouvelle passerelle Matamajaw » et daté du 19 avril 2022 a été revu et a fait l'objet de demandes d'informations complémentaires. Tetra Tech a obtenu des réponses satisfaisantes à ses demandes.

La ville de Causapsal a déclaré des **augmentations** d'émissions de **81 616 kg-CO₂éq.** pour son projet de nouvelle passerelle documenté dans le rapport GES intitulé « Nouvelle passerelle Matamajaw ». Tetra Tech conclut avec un niveau d'assurance raisonnable que le rapport de projet GES est exempt d'écarts importants et est conforme aux exigences du protocole intitulé : « *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* ».

6.0 OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORATION

Aucune opportunité d'amélioration n'a été identifiée.

7.0 FAITS DÉCOUVERTS APRÈS LA VÉRIFICATION

Le contenu du présent rapport reflète l'appréciation des informations disponibles au moment de sa rédaction. Le contenu de ce document ne peut donc être appliqué à la situation antérieure ou future du lieu étudié. Tout énoncé du présent rapport est effectué en fonction de la date d'émission du présent rapport, de la période visée et du programme (ou réglementation) pour laquelle la vérification a été effectuée.

Si un ou plusieurs faits sont découverts après la vérification, tous les intervenants concernés doivent être informés. L'avis et le rapport de vérification devront ainsi être révisés en fonction de ces faits découverts.

ANNEXE A – AVIS DE VÉRIFICATION

Madame Véronique Bouillon
Coordonnatrice des programmes et responsable techniques des bâtiments
Ville de CAUSAPSCAL
1, rue St-Jacques Nord
CAUSAPSCAL (Québec) G0J 1J0

Objectifs de la vérification

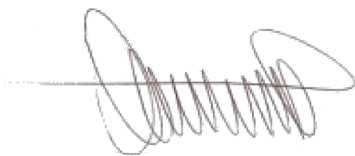
L'objectif de ce mandat vise à fournir un avis portant sur le rapport de projet GES de la ville de Causapscal intitulée : « Nouvelle passerelle Matamajaw » et daté du 19 avril 2022 conformément aux prescriptions du *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments ainsi que des critères du Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*.

Notre vérification est effectuée en conformité avec la norme ISO 14064-3 intitulée « Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2019) ».

Opinion avec assurance raisonnable

À notre avis,

1. Le rapport est préparé en conformité avec 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*.
2. Le rapport respecte les principes de la norme ISO 14064-2 et les critères du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois* à l'exception du fait qu'il **n'est pas conforme à la section 3 A) du programme, car ce programme vise principalement à réduire les émissions de GES des nouveaux bâtiments non résidentiels et multifamiliaux de moyenne et grande hauteur. Le présent projet émet plus de GES que le scénario de référence.**
3. L'approche de quantification et les méthodologies utilisées sont appropriées.
4. Les calculs utilisés sont suffisamment justes et précis pour éviter les possibilités d'erreurs matérielles.
5. Les résultats sont en conformité avec les calculs effectués par Gestimat.
6. **L'augmentation des émissions de GES de 81 616 kg-CO₂eq.** faisant l'objet de la présente vérification et présentées dans le rapport de projet GES intitulé : « Nouvelle passerelle Matamajaw » et daté du 19 avril 2022 sont présentées fidèlement et exemptes d'erreurs matérielles.
7. La quantification des émissions de GES a un degré d'incertitude bas et le degré d'importance relative de 5 % n'a pas été atteint ou dépassé.



Roger Fournier, CPA
Vérificateur en chef

ANNEXE B – ATTESTATION D'ABSENCE DE CONFLITS D'INTÉRÊTS

Boucherville, le 12 septembre 2022

Objet : Vérification du rapport de projet GES de la Ville de Causapscal
Attestation sur l'absence de conflits d'intérêts
N/Réf. : 39649TTK

Madame, Monsieur,

Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) a été mandaté pour vérifier le rapport de projet GES de **La ville de Causapscal** intitulé « Nouvelle passerelle Matamajaw » daté du 19 avril 2022.

Tetra Tech atteste qu'aucune situation de conflit d'intérêts n'a été identifiée entre **La ville de Causapscal**, Tetra Tech, ni aucun membre de l'équipe de vérification. Le risque de conflit d'intérêts est acceptable.



Georges Côté, Ing.
Chef d'équipe Changements Climatiques, GES et qualité de l'air
GC/cq

ANNEXE C – RAPPORT DE PROJET GES

Rapport sur les GES

« Nouvelle passerelle Matamajaw »

Réalisé par « Marc Thériault, ing. Innovation Amerik »

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

19 avril 2022

(signature)

(signature)

(signature)

Marc Thériault ing
Innovation AMERICK inc.
Responsable du projet
GES

Laval Robichaud, Directeur
général
Ville de Causapscal
Responsable administratif de
l'aide financière

Réjean Lagacé, Maire
Ville de Causapcal
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).

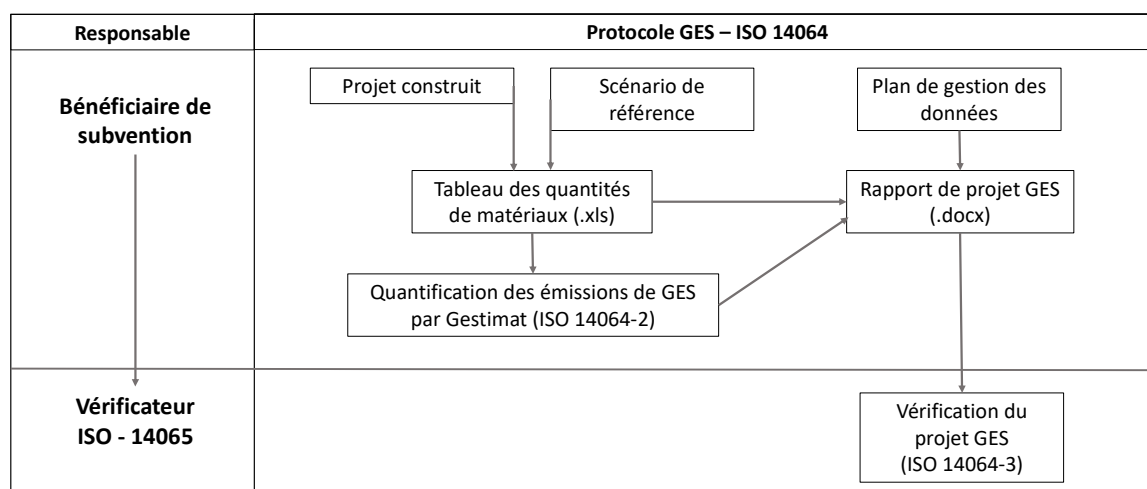
Table des matières

1. Projet GES	
1.1 Parties prenantes du Projet GES.....	3
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.....	4
1.5 Données du projet GES.....	6
2. Quantification des émissions de GES	6
3. Annexes	
3.1 <i>Annexe A – Tableaux des quantités des matériaux estimés</i>	6
3.2 <i>Annexe B – Lettre des estimateurs de quantités de matériaux</i>	8
3.3 <i>Annexe C – Rapport de quantification des émissions de GES</i>	9
3.4 <i>Annexe D – Rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3</i>	25

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : Ville de Causapscal
- Responsable administratif de l'aide financière : Laval Robichaud, Ville de Causapscal
- Responsable – Rapport du projet GES : Marc Thériault, ing., Innovation Amerik
- Responsable des estimations de quantités de matériaux
 - Projet construit : Alex Gagné, ing, Innovation Amerik
 - Scénario de référence : Alex Gagné, ing. Innovation Amerik
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Yannick Lessard, ing., Cecobois
- Vérification du projet GES : Roger Fournier Tetra Tech



1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Nouvelle passerelle Matamajaw
- Causapscal, Québec, rivière Matapédia.
- Coordonnées GPS : 48.352604, Nord , -67.223178 Ouest

1.3 Description du projet de construction



Le projet est une passerelle cyclo-piétonne à haubans avec une portée de 55 mètres et une largeur libre de 3 mètres. La superficie totale de tablier de la passerelle est de 174 m².

Ce projet innovant possède des tabliers mince en bois lamellé précontraint avec des tiges d'acier, qui sont recouverts d'un contreplaqué intercalé entre deux couches de membranes pour en assurer la pérennité.

Les pylônes sont en bois lamellé-collé avec connecteurs d'acier galvanisé stylisés, et recouverts d'une toiture de protection, aussi en bois.

Les colonnes et les poutres sont assemblés selon une géométrie non conventionnelle afin d'aller chercher le maximum de leur capacité, d'éloigner l'eau de pluie et d'offrir une esthétique singulière. Chaque composante a été optimisée dans un esprit fonctionnel, de durabilité et d'esthétisme.

À notre connaissance, il s'agit de la seule structure du genre avec une telle portée.



1.4 Description et justification du scénario de référence

Le scénario de référence est une passerelle autoportante en acier galvanisé ayant les mêmes dimensions et la même superficie totale de plancher que le projet réalisé.

Il s'agit d'une structure d'acier galvanisé triangulée autoportante en 4 sections boulonnées bout-à-bout, déposée sur 2 assises en béton armé. Le tablier est recouvert d'un platelage en madriers de polymère imitation bois. Les garde-corps en acier galvanisé qui longent la passerelle sur toute sa longueur ont été inclus dans l'analyse.

Le fait que les deux scénarios ne soient pas identiques en terme de concept : à haubans en bois et autoportants en acier, vient du fait que le client ne pouvait pas se permettre une structure

autoportante massive en bois à cet endroit, ni non plus une structure à treillis avec toiture. Il était aussi voulu que le concept soit unique, en ce sens qu'une structure d'acier à hauban de cette portée est quelque chose de commun, alors que ce n'est pas le cas en bois. De même, la structure d'acier du scénario de référence de par sa géométrie octogonale et ses balcons, offrait un style unique rencontrant les requis du client en cette matière.

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence
Règlementaire	Aucun obstacle.	Bâti sur un patrimonial, défavorable à l'utilisation de l'acier.
Pratique courante	Utilisation de tablier de bois lamellé contraint est peu répandue pour des structures de ce type.	Utilisation de l'acier est le standard de ce type de construction.
Financier	Coût de l'ordre de 917k\$, soit environ 327k\$ plus cher que le scénario en acier. Préjugé défavorable quant à l'entretien à long terme.	Coût de l'ordre de 590k\$, soit environ 327k\$ moins cher que le scénario en bois. Préjugé défavorable quant à l'entretien à long terme.
Technologique	Performance technique moins connue.	Aucun obstacle.
Ressources humaines	Nécessite des connaissances et compétences techniques spécifiques.	Aucun obstacle.
Infrastructure	Requiert des assises et des contrepoids	Aucun obstacle. Culées simples
Culturel, géographique, climatique	Qualité architecturale notable. Fortes charges de neige	Qualité architecturale moindre que la version à haubans
Marché	Aucun obstacle.	Aucun obstacle.
Institution, perception du public	Préjugé favorable pour l'esthétisme. Plus haut risque de vandalisme.	Aucun obstacle. incombustible

1.5 Données du projet GES

Les quantités de matériaux pour chacun des systèmes constructifs se retrouvent dans les 2 tableaux de quantités des matériaux présentés à l'*annexe A*.

L'*annexe B* présente une lettre des estimateurs des quantités de matériaux certifiant que les estimations sur les quantités respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence.

Tous les matériaux utilisés pour la construction ont été inclus dans les 2 tableaux, même ceux qui n'avaient pas un usage purement structural. Cela inclus les matériaux des garde-corps, ainsi que des membranes d'étanchéité et du platelage de marche pour les deux scénarios. Cela inclus aussi les deux toitures toute en bois recouvertes de bardeaux et de leur structure de soutien qui n'ont d'utilité que de protéger les pylônes structuraux en bois des intempéries et ainsi donner une durée de vie valable.

De par sa nature putrescible, le bois d'une structure extérieure comme celle d'une passerelle, ne peut être dissocié de ses éléments de protection que sont les toitures et les membranes.

Dans un souci de comparaison équitable, ces matériaux non structuraux ont donc été inclus dans les relevés présentés.

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m ³)
64,5

2. Quantification des émissions de GES

Le rapport de quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit et de son scénario de référence, ainsi que le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence, se retrouvent à l'*annexe C*.

Le tableau suivant présente le comparatif 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)
70 187	151 803	-81 616

Il est à noter que le béton supplémentaire requis, de même que l'acier contenu dans les 2 massifs d'ancrage du projet réalisé, auraient été présents si le scénario de référence avait lui aussi été une structure d'acier à haubans. Le béton des deux massifs représente à lui seul 60 000 kg des 81 616 kg des émissions supplémentaires de GES, 73,5% de cette différence. Le reste de cette différence provient de l'acier d'armature supplémentaire requis dans ces mêmes massifs.

3. Annexes

- Annexe A : tableau des quantités de matériaux (.xlsm);
- Annexe B : lettre des estimateurs de quantités de matériaux (Section 6.1 du Protocole);
- Annexe C : rapports complets du Gestimat (Section 7.0 du Protocole) :
 - 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.
- Annexe D : rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3

Annexe A – Tableaux des quantités des matériaux estimés

COLLECTE DE DONNÉES- Projet -

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	64	m³	Plans et devis	Assises de béton armé (2)
Barres d'armature	4	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Béton 15 MPa	250	m³	Plans et devis	Contrepoids (2)
Vis, écrous et boulons	96	kg	Plans et devis	Ancrages enfouis (16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	16	t	Modèle 3D	Ancres de contrepoids, coulés dans le béton
AJOUTER				
Planchers				
Bois d'œuvre	35	m³	Note de calculs	Platelage et structure de bois du tablier
Contreplaqué	3	m³	Note de calculs	recouvrement du tablier
Plaques d'acier minces	520	kg	Plans et devis	Plaques 3.2mm d'épaisseur
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	10	t	Note de calculs	Longerons & renforts
Vis, écrous et boulons	375	kg	Note de calculs	Tiges filetées Ø5/8"
Plaques d'acier épaisses	4711	kg	Note de calculs	Garde-corps
HSS	6	t	Note de calculs	Traverses en HSS
Autres	102	m	Plans et devis	Câbles d'acier Ø22,2mm avec accessoires
Autres	217	m	Plans et devis	Câbles d'acier Ø25mm avec accessoires
Autres	29	m	Plans et devis	Câbles d'acier Ø48mm avec accessoires
Clous	150	kg	Note de calculs	
Vis, écrous et boulons	385	kg	Note de calculs	Boulons de l'ensemble du projet
Autres	330	m²	Plans et devis	2 couches membrane d'étanchéité sur tout le tablier
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Toiture				
HSS	1	t	Plans et devis	Liens en acier des pylônes
BLC	10	m³	Plans et devis	Colonnes et entrants en LC des pylônes
Plaques d'acier épaisses	2080	kg	Plans et devis	Connecteurs en acier des pylônes
Bois d'œuvre	15	m³	Plans et devis	Structure de bois de la toiture
Autres	240	m²	Note de calculs	10 000 bardeaux de cèdre de la toiture
Clous	105	kg	Note de calculs	Clous de la toiture
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe A – Tableaux des quantités des matériaux estimés

COLLECTE DE DONNÉES- Scénario de référence -

QUANTITÉ DE MATÉRIEAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	19	m³	Plans et devis	Assises en béton armé (2)
Barres d'armature	1,5	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Vis, écrous et boulons	40	kg	Note de calculs	Ancrages enfouis
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	39	t	Modèle 3D	Structure en acier
Vis, écrous et boulons	240	kg	Plans et devis	Boulons structuraux
AJOUTER				
Planchers				
Autres	193	m²	Plans et devis	Platelage en matériau composite tel que modèle "transcend porch boards" de Trex
AJOUTER				
Toiture				
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

2022-04-19

1 de 1



Innovation AMERIK inc.
4-6, rue Proulx
Amqui (Québec)
G5J 3G2

Amqui, le 19 avril 2022

Direction du développement de l'industrie des produits du bois
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1

Objet: **Passerelle Matamajaw**

Bonjour,

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* (section 6.1 du protocole), je, Alex Gagné, certifie que les quantités des éléments pris en compte dans l'exercice de comparaison sont conformes aux attentes de la subvention en terme de précision.

Salutations distinguées,

Alex Gagné, ing.
Innovation Amerik inc.
4 - 6, rue Proulx
Amqui (Québec)
G5J 3G2

info@amerik.ca
www.amerik.ca
Téléphone: 418.631.1502 Télécopieur: 418.631.1477



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



Crédit photo : Amérik Innovation

Projet retenu : Nouvelle passerelle Matamajaw

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

Client : Ville de Causapscal
1, rue St-Jacques Nord
Causapscal, QC, G0J 1J0

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, CPI

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 1^{er} avril 2022

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 Causapscal a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure de la Nouvelle passerelle Matamajaw, pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de solutions innovantes ». Basée les informations fournies par la **Ville de Causapscal**, l'étude a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat en date du 1^{er} avril 2022.

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 Causapscal**.

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 Nouvelle passerelle Matamajaw, 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 projet 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 bâtiment 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 Causapscal.

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 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

La Nouvelle passerelle Matamajaw est une passerelle cyclo-piétonne à haubans avec une portée de 55 mètres et une largeur libre de 3 mètres. La superficie totale de plancher de la passerelle est de 174 m².

La structure de cette passerelle est supportée principalement par les haubans en acier galvanisé retenus, à chaque rive, par un pylône et ancrés au sol via un contrepoids en béton armé. Les pylônes de 12 mètres de haut sont en bois lamellé-collé et sont recouverts d'une toiture en bardeaux de cèdre dont la structure est en bois d'œuvre. Les haubans retiennent les 13 sections de plancher du tablier via des traverses en acier galvanisé. Le tablier en bois lamellé précontraint avec des tiges d'acier est recouvert de deux épaisseurs de membrane d'étanchéité ainsi que d'un platelage en bois traité. Les garde-corps qui longent la passerelle sur toute sa longueur sont en acier galvanisé.

Les bardeaux de cèdre de la toiture, les garde-corps, les membranes d'étanchéité du tablier et les haubans sont inclus dans l'analyse. Les haubans n'étant pas un matériau inclus dans Gestimat, il a été jugé acceptable d'utiliser le facteur d'émissions de GES des « Profils extrudés moyens » pour les besoins de cette analyse.

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

3.4 Scénario de référence

Le scénario de référence est une passerelle autoportante en acier galvanisé ayant les mêmes dimensions et la même superficie totale de plancher que le projet réalisé.

Il s'agit d'une structure d'acier galvanisé triangulée autoportante en 4 sections boulonnées bout-à-bout, déposée sur 2 assises en béton armé. Le tablier est recouvert d'un platelage en madriers de polymère imitation bois. Les garde-corps en acier galvanisé qui longent la passerelle sur toute sa longueur ont été inclus dans l'analyse.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication du matériau n'étant pas disponibles, le platelage en madriers de polymère imitation bois a été exclu de l'analyse.

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

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois, Cecoboïs a été mandaté par la **Ville de Causapscal** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, la **Nouvelle passerelle Matamajaw**, 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 projet réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par la **Ville de Causapscal**. 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 Cecoboïs.

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 Causapscal**.

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de la passerelle réalisée sont estimées à 151 803 kg éq. CO₂, soit 872 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Les assises en béton armé et les contrepoids en béton sont responsables de 61 % des émissions de GES associées à la fabrication des matériaux de structure du projet, soit 93 104 kg éq. CO₂.

Le tablier (plancher) en bois lamellé précontraint recouvert de deux épaisseurs de membranes d'étanchéité et d'un platelage en bois traité sont responsables de 3 % des émissions de GES totales, soit 4 790 kg éq. CO₂.

Les poutres et colonnes, qui incluent la structure en bois lamellé-collé des pylônes, les haubans en acier galvanisé, les traverses et renforts en acier et les garde-corps, sont responsables de 35 % des émissions de GES totales, soit 52 387 kg éq. CO₂.

La toiture qui recouvre les deux pylônes est responsable de 1 % des émissions de GES totales, soit 1 522 kg éq. CO₂.

En comparant les matériaux, l'acier représente 54 % des émissions de GES totales du projet réalisé, dont un peu plus de la moitié de ces émissions sont dues aux renforts et aux traverses du tablier. Le béton des assises et des contrepoids représente 41 % des émissions de GES totales. Le bois du tablier et des pylônes représente 3 % des émissions de GES totales (figure 2).

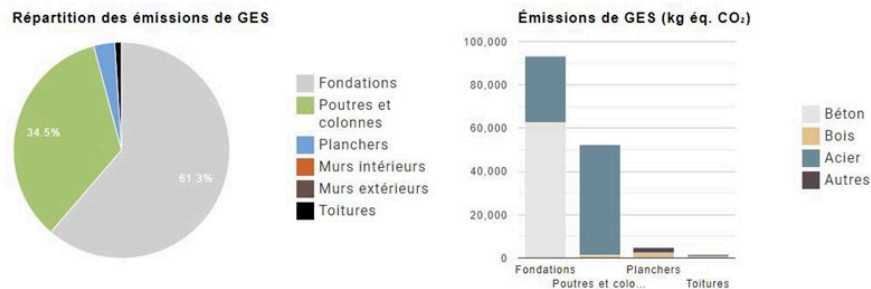


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 70 187 kg éq. CO₂, soit 403 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Les assises en béton armé et leurs ancrages sont responsables de 11 % des émissions de GES associées à la fabrication des matériaux de structure du projet, soit 7 978 kg éq. CO₂. La structure triangulée en acier galvanisé boulonné est responsable de 89 % des émissions de GES associées totales du projet, soit 62 208 kg éq. CO₂.

En comparant les matériaux, l'acier qui compose la structure triangulée, les barres d'armatures des assises et les garde-corps, représente la majorité des émissions de GES du scénario, soit 92 %. Le béton qui compose les assises représente 8 % des émissions de GES du scénario (figure 2).

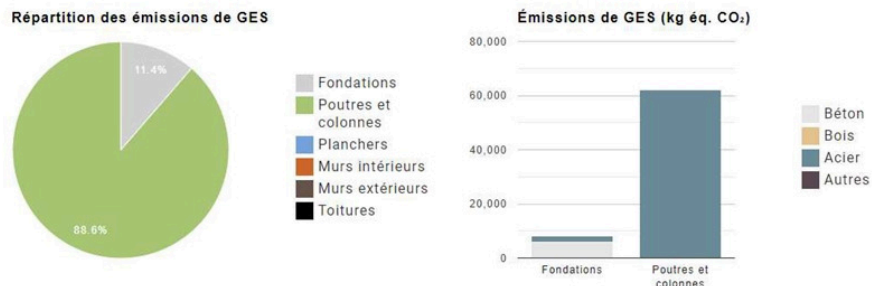


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé amène une augmentation des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 81 616 kg éq. CO₂, qui représente une augmentation de 469 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une augmentation de 116 % par rapport au scénario de référence. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5.

Les scénarios analysés sont deux concepts structuraux complètement différents, soit un pont haubané pour le projet réalisé et un pont en treillis métallique pour le scénario de référence. Contrairement au pont en treillis qui transfère des charges majoritairement gravitaires aux fondations, tout le poids du tablier du pont est retenu par les haubans ancrés à chaque extrémité. À défaut d'avoir des éléments naturels permettant cet ancrage, une grande quantité de béton doit être utilisée pour faire contrepoids aux charges retenues par les haubans. C'est ce qui explique en grande partie les différences entre les deux scénarios.

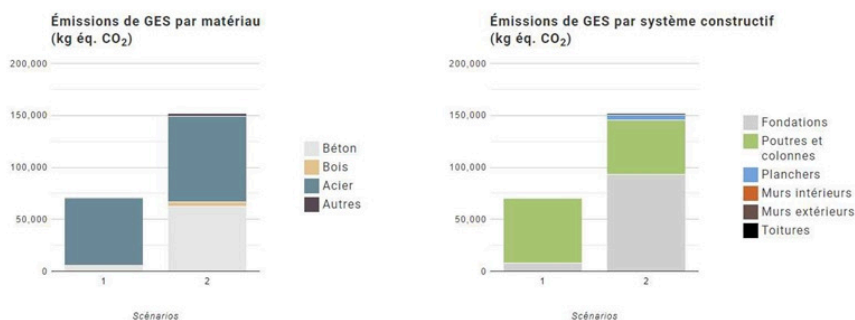


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecoboïs a été mandaté par la **Ville de Causapscal** 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 **Nouvelle passerelle Matamajaw**, en le comparant avec 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 la **Ville de Causapscal**. 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 1^{er} avril 2022, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 151 803 kg éq. CO₂, soit 872 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 70 187 kg éq. CO₂, soit 403 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

Selon ces données, le projet réalisé entraîne **une augmentation des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 81 616 kg éq. CO₂**, soit une augmentation de 469 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Cette augmentation s'explique principalement par la plus grande quantité de béton requis pour les fondations du projet réalisé, un pont haubané qui utilise des contrepoids en béton à chaque rive pour retenir les charges du tablier.

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 Causapscal**.

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 30 MPa	64.00	m³	Plans et devis	Assises de béton armé (2)
Barres d'armature	3.73	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Béton 15 MPa	250.00	m³	Plans et devis	Contrepoids (2)
Vis, écrous et boulons	96.00	kg	Plans et devis	Ancrages enfouis (16)
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	16.20	t	Modèle 3D	Ancres de contrepoids, coulés dans le béton
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Plaques d'acier minces	520.00	kg	Plans et devis	Plaques 3.2mm d'épaisseur
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	9.88	t	Note de calculs	Longerons & renforts
Vis, écrous et boulons	375.00	kg	Note de calculs	Tiges filetées Ø5/8"
Plaques d'acier épaisses	4711.00	kg	Note de calculs	Garde-corps
HSS	5.90	t	Note de calculs	Traverses en HSS
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.31	t	Plans et devis	Câbles d'acier Ø22,2mm avec accessoires
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.84	t	Plans et devis	Câbles d'acier Ø25mm avec accessoires
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	0.41	t	Plans et devis	Câbles d'acier Ø48mm avec accessoires
Vis, écrous et boulons	385.00	kg	Note de calculs	Boulons de l'ensemble du projet
HSS	0.70	t	Plans et devis	Liens en acier des pylônes
BLC	10.00	m³	Plans et devis	Colonnes et entrants en LC des pylônes
Plaques d'acier épaisses	2080.00	kg	Plans et devis	Connecteurs en acier des pylônes
AJOUTER				
Planchers				
Bois d'œuvre	34.50	m³	Note de calculs	Platelage et structure de bois du tablier
Contreplaqué	2.90	m³	Note de calculs	recouvrement du tablier
Clous	150.00	kg	Note de calculs	
Autres	2227.50	kg éq. CO ₂	Plans et devis	2 couches membrane d'étanchéité sur tout le tablier
AJOUTER				
Toiture				
Bois d'œuvre	14.50	m³	Plans et devis	Structure de bois de la toiture
Autres	512.55	kg éq. CO ₂	Note de calculs	10 000 bardeaux de cèdre de la toiture
Clous	105.00	kg	Note de calculs	Clous de la toiture (structure + bardeaux)
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 30 MPa	18.60	m³	Plans et devis	Assises en béton armé (2)
Barres d'armature	1.50	t	Plans et devis	Armature des assises (2)
Vis, écrous et boulons	40.00	kg	Note de calculs	Ancrages enfouis
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	38.90	t	Modèle 3D	Structure en acier
Vis, écrous et boulons	240.00	kg	Plans et devis	Boulons structuraux
AJOUTER				
Planchers				
Autres	193	m²	Plans et devis	Platelage en matériau composite tel que "transcend porch boards" de Trex (Exclut de l'analyse = Absence de donnée GES)
AJOUTER				
Toiture				
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Projet réalisé

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



Scénario : Projet - Bois

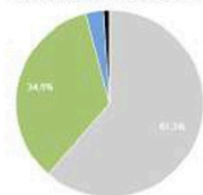
Nom du projet : PVT_Passerelle Matamajaw
 No du projet : _____
 Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes : _____

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

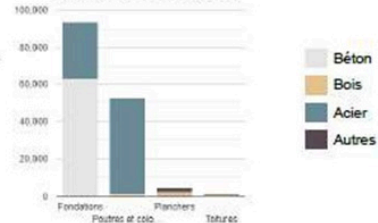
		Matériaux				Total GES	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	62 480	0	30 624	0	93 104	61.3
	Poutres et colonnes	0	1 190	51 197	0	52 387	34.5
	Planchers	0	2 240	323	2 228	4 790	3.2
	Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0
	Murs extérieurs	0	0	0	0	0	0
	Toitures	0	783	226	513	1 522	1.0
	Total GES	62 480	4 213	82 370	2 740	151 803	100
%		41.2	2.8	54.3	1.8	100	
GES par m ²		359	24.2	473	15.7	872	

Superficie totale de plancher (m²): 174

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version :

Dernière modification de l'analyse : 2022-04-01
 Génération du rapport : 2022-04-01

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



Scénario : Scénario de référence - Acier

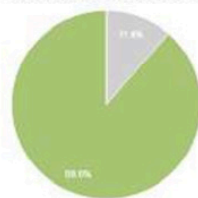
Nom du projet : PVT_Passerelle Matamajaw
 No du projet : _____
 Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes : _____

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

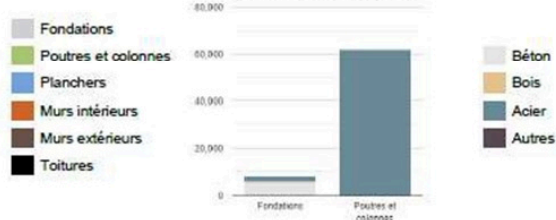
		Matériaux				Total GES	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	5 952	0	2 026	0	7 978	11.4
	Poutres et colonnes	0	0	62 208	0	62 208	88.6
	Planchers	0	0	0	0	0	0
	Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0
	Murs extérieurs	0	0	0	0	0	0
	Toitures	0	0	0	0	0	0
Total GES		5 952	0	64 235	0	70 187	100
%		8.5	0	91.5	0	100	
GES par m²		34.2	0	369	0	403	

Superficie totale de plancher (m²): 174

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version : _____

Dernière modification de l'analyse : 2022-04-01
 Génération du rapport : 2022-04-01

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

INFORMATIONS DU PROJET			
Nom du projet	PVT_Passerelle	Type de projet	Construction neuve
No du projet	Matamajaw	Type de bâtiment	Ponts et passerelles
Province	Québec	Nombre d'étages	1
Municipalité	Causapscal	Superficie au sol (m²)	174
Région administrative	Bas-Saint-Laurent	Superficie totale (m²)	174
Année prévue	2021	Version de l'analyse	
Budget prévu			
Description / Notes :			
Passerelle cyclo-piétonne à haubans, mesurant 55m de portée et 3m de largeur libre.			
SCÉNARIOS ANALYSÉS			
	Nom	Total GES (kg éq. CO ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Scénario de référence - Acier	70 187	
Scénario 2	Projet - Bois	151 803	
SCÉNARIO RETENU			
	Type de structure	Émissions de GES estimées	
(RÉFÉRENCE) Scénario 1	Acier	70 187	
(RETENU) Scénario 2	Hybride acier-bois	151 803	
		Émissions de GES évitées	-81 616

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2
Saisie selon bâtiment type		Non	Non
Nombre d'étages		N/A	N/A
Nombre d'éléments modélisés		2	5
Fondations	m³ béton armé	18.6	64
Poutres et colonnes	m³ béton armé		
	m³ bois		
	tonne acier		
Planchers	m² de planchers		
Murs intérieurs	m² de murs		
Murs extérieurs	m² de murs		
Toitures	m² de toitures		

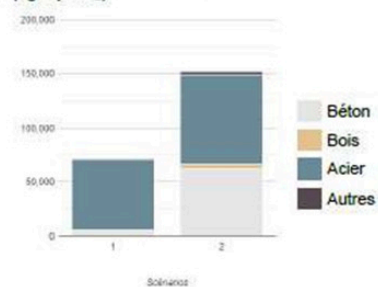
VALIDATION DES SCÉNARIOS

	Scénario completé	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	X	
Scénario 2	X	

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS				
		Scénario 1		Scénario 2
GES par matériau		(kg éq. CO ₂)		
	Béton	5 952		62 480
	Bois			4 213
	Acier	64 235		82 370
	Autres			2 740
GES par système constructif		(kg éq. CO ₂)		
	Fondations	7 978		93 104
	Poutres et colonnes	62 208		52 387
	Planchers			4 790
	Murs intérieurs			
	Murs extérieurs			
	Toitures			1 522
Total GES	(kg éq. CO ₂)	70 187		151 803
GES par m ²	(kg éq. CO ₂)	403		872

Émissions de GES par matériau
(kg éq. CO₂)



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

