

Rapport de projet GES

Bâtiment industriel à grande surface en bois massif

Réalisé par Francis Moisan, ing. – Président
Charpentes Montmorency inc.



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme de vitrine
technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en
bois

2020-04-07

Francis, Moisan, ing.

Charpentes Montmorency

Responsable du projet
GES

Annie Gosselin, ing.f., Ph.D.

MFFP

Responsable administratif de
l'aide financière

Francis, Moisan, ing.

Charpentes Montmorency

Bénéficiaire de subvention

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois (Programme). Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi que le Fonds vert ne sont pas responsables du contenu de ce document.

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

Table des matières

1. Projet GES	4
1.1 Parties prenantes du Projet GES	4
1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	4
1.3 Description du projet de construction.....	4
1.4 Description et justification du scénario de référence.....	5
1.5 Données du projet GES	7
2. Quantification des émissions de GES	7
3. Annexes	8

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

Bénéficiaire de subvention : Charpentes Montmorency inc.;

Responsable administratif de l'aide financière : Annie Gosselin, ing.f., Ph.D., MFFP;

Responsable – Rapport du projet GES : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.;

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

- o Projet construit : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.;
- o Scénario de référence : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.;

Responsable de la quantification des émissions de GES : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Construction d'un bâtiment industriel à grande surface en bois massif dans le parc industriel no.2 de Saint-Raymond: 161, rue des Forces, Saint-Raymond, G3L 0H9

1.3 Description du projet de construction

Charpentes Montmorency (CM) est une entreprise spécialisée en conception, fabrication et installation de structures en bois massif et en bois d'ingénierie. Depuis 2007, les opérations étaient situées dans un entrepôt d'une ancienne compagnie forestière située à St-Raymond. Avec l'accroissement du marché des structures de bois, le bâtiment loué n'était plus adapté pour répondre aux besoins opérationnels de l'entreprise. La sécurité des employés y était compromise. La rétention des employés et l'attraction de nouveaux talents étaient un défi avec la bâtisse vieillissante.

L'objectif du projet était donc de réaliser un bâtiment industriel de 1205 m² de superficie au sol (1160 m² de superficie totale de plancher) en bois massif de façon économique, innovatrice et dans des délais relativement courts pour la relocalisation des opérations de CM.

Dès le départ, la volonté de CM était de réaliser un bâtiment phare à haute valeur écologique et humaine, pouvant être répété dans le futur pour le remplacement de bâtiments en acier à grande surface.

Le bâtiment de 18,3m par 65,9m utilise des panneaux de toiture composés de bois de sciage de 2x3 et 2x4 assemblés à l'aide de clous (NLT) et une structure principale en lamellé-collé. Les colonnes et poutres sont doubles afin d'être optimales et pour faciliter leur installation. L'intégration d'un pont roulant s'est faite à même la structure de bois.

L'enveloppe du bâtiment est faite de panneaux architecturaux isolants et de panneaux en polycarbonate translucide pour un apport de lumière naturelle.

Le chauffage du bâtiment se fait à l'aide d'une chaudière à biomasse extérieure qui alimente un système de plancher radiant. Les résidus de bois de l'entreprise servent de combustible.

1.4 Description et justification du scénario de référence

Afin d'assurer la comparabilité du scénario de référence au projet GES, plusieurs points doivent être similaires : la géométrie du bâtiment, la superficie et le nombre de plancher, les fonctionnalités des systèmes constructifs, etc. Considérant ces points de similitudes, quatre scénarios de référence ont été déterminés comme les plus plausibles parmi toutes les options possibles comparables au projet GES construit :

- Structure de bois lamellé-collé poteaux-poutres combinée avec panneaux de lamellé-croisé (CLT)
- Structure de bois lamellé-collé poteaux-poutres combinée avec pannes secondaires et pontage de bois lamellé-collé
- Structure d'acier poteaux-poutres combinée avec pannes secondaires et pontage de bois lamellé-collé
- Structure d'acier poteaux-poutres combinée avec poutrelles et pontage d'acier

Suivant la méthodologie du test des barrières, le scénario de référence établi fut une structure d'acier poteaux-poutres combinée avec poutrelles et pontage d'acier. La démarche du test des barrières est présentée au tableau no.1.

À ces obstacles nous aimerions ajouter deux volets supplémentaires d'importance selon nous: valeurs environnementales et outils de promotion. En effet, comme constructeur, nous avons la chance de faire une différence lors des choix de matériaux. Avec les fortes valeurs environnementales de l'entreprise, nous croyons qu'il est préférable de préconiser les matériaux avec une empreinte environnementale moindre. Le bâtiment phare en bois est également un outil de promotion pour l'entreprise.

Tableau 1 : Méthodologie du test des barrières

Obstacles	Option 1 Projet de construction retenu (projet GES): Structure LC et panneaux de NLT	Option 2 Scénario de référence: Structure et pontage d'acier	Option 3 Structure LC et panneaux de CLT	Option 4 Structure LC et pontage LC	Option 5 Structure d'acier, pannes secondaires et pontage en LC
Règlementaire	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Pratique courante	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Financier	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Obstacle : Coûts des panneaux de CLT élevés	Obstacle : Coûts de pannes et du pontage élevés	Obstacle : Coûts des pannes et du pontage élevés
Technologique	Obstacle mineur : Performance technique peu connue	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Ressources humaines	Obstacle : Nécessite des connaissances et compétences techniques spécifiques	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Infrastructure	Aucun obstacle	Obstacle mineur : Les infrastructures pour certains matériaux sont à pleine capacité résultant en de longs délais de production.	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Culturel, géographique, climatique	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Marché	Obstacle : Peu de distributeur	Aucun obstacle	Obstacle : Peu de distributeur	Obstacle : Peu de distributeur	Obstacle : Peu de distributeur
Institution, perception du public	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)	Aucun obstacle	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)

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

- Même charge de neige et trame structurale
- Les fondations sont identiques
- L'enveloppe du bâtiment et les revêtements de murs et de toiture sont les mêmes

1.5 Données du projet GES

Les données servant à comparer le projet GES et le scénario de référence furent recueillies et compilées dans les tableaux des quantités de matériaux présentés à l'annexe 1. Les types et quantités de matériaux utilisés pour le projet GES sont déterminés suivant les plans et devis émis pour la construction. Les données du scénario de référence retenu sont obtenues à partir d'un dimensionnement préliminaire de la structure du bâtiment. La crédibilité des résultats obtenus avec Gestimat étant tributaire de la précision des quantités de matériaux estimées, une lettre rédigée par l'estimateur des matériaux certifiant que les estimations sur les quantités de matériaux respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence est présentée à l'annexe 2.

La structure du bâtiment construit pour Charpentes Montmorency (projet GES) est principalement composée de bois. La structure poteaux-poutres comprend 120 m³ de lamellé-collé. Le système de panneaux de toiture NLT totalise 90 m³ de bois de sciage local et 14 m³ de panneaux OSB. Les entremises et mur de refend en NLT comprennent 12 m³ de bois de sciage local et 0.6 m³ de panneaux OSB. L'ensemble du bâtiment se totalisant à 236.6 m³ de bois.

Tableau 2 : Volume de bois du projet GES

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET GES (m ³)
235.6

2. Quantification des émissions de GES

Les émissions des GES liées aux différents matériaux de construction furent quantifiées à l'aide du logiciel Gestimat (<https://gestimat.ca/>). Les rapports de quantification des émissions de GES par systèmes constructifs pour le projet construit et son scénario de référence sont présentés à l'annexe 3. Le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence est également présenté à l'annexe 3.

Il est ainsi possible de quantifier la réduction d'émissions de GES obtenues pour le projet GES construit en comparaison avec le scénario de référence. La réduction d'émission de GES obtenues est illustrée au tableau no.3.

Tableau 3 : Réductions d'émissions GES

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES
(kg éq. CO₂)	(kg éq. CO₂)	(kg éq. CO₂)
216 463	133 656	82 807

3. Annexes

1. Tableaux des quantités des matériaux
2. Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux
3. Rapports complets produit par Gestimat
 - Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit
 - Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du son scénario de référence
 - Quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence
4. Rapport du vérificateur suivant la norme ISO 14064-3

Annexe 1

Tableaux des quantités des matériaux

INFORMATIONS SUR LE CLIENT

Nom du client :	Charpentes Montmorency inc.
Adresse du client :	161, rue des Forces, Saint-Raymond, G3L 0H9
Adresse de facturation :	161, rue des Forces, Saint-Raymond, G3L 0H9

INFORMATIONS SUR LE PROJET

Nom du projet :		
No du projet (si il a lieu) :	PVT-014	
Municipalité :	Saint-Raymond [Capitale-Nationale (03)]	(selon la liste déroulante)
Année de construction :	2019	
Budget :	1 450 000 \$	
Type de projet :	Construction neuve	(selon la liste déroulante)
Type de bâtiment :	Utilitaire (entrepôts, ateliers, garages, haltes routières, etc.)	(selon la liste déroulante)
Nombre d'étages :	1	
Superficie au sol (m²) :	1205	
Superficie totale de plancher (m²) :	1160	
Description sommaire du bâtiment réalisé :	Bâtiment monopente (2%) en bois mesurant 18.3m x 65.9m. Portée libre de 18.3m, point haut dessus structure 7.9m et moins bas 7.5m. Espacement des colonnes : 3.66m. Hauteur maximale des poutres de bois 1000mm	
Description de la structure du bâtiment :	Structure poteaux-poutres de lamellé-collé de 921mm et platelage en NLT corrugué avec 2x3 et 2x4 en alternance. Pont roulant 3 T.M. supporté par les colonnes de lamellé-collé. OSB 11mm sur NLT pour diaphragme, contreventements en lamellé-collé et en plaques d'acier.	
Description du scénario de référence :	Bâtiment monopente (2%) en acier mesurant 18.3m x 65.9m. Portée libre de 18.3m, point haut dessus structure 7.9m et moins bas 7.5m. Espacement des colonnes : 3.66m, haut maximale des fermes 1000mm	
Description de la structure du scénario de référence : (incluant une justification des hypothèses, s'il y a lieu)	Structure poteaux-poutres en acier, fermes de 1000 m de hauteur disposées à tous les 1830 mm avec pontage métallique 38 mm 20GA. Pont roulant 3 T.M. supporté par les colonnes d'acier. Contreventements en plaques d'acier	

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	180	m³	Fournisseurs	Mur 254mm et semelle filante
Barres d'armature	4.7	t	Fournisseurs	
Poutres et colonnes				
<i>BLC</i>	117	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>Poutres et colonnes lamellé-collé d'épinette 24F</i>
<i>Plaques d'acier épaisses</i>	663	kg	<i>Plans et devis</i>	<i>Ferrures d'assemblage</i>
<i>Vis, écrous et boulons</i>	476	kg	<i>Plans et devis</i>	<i>Quincaillerie d'assemblage</i>
<i>Bois d'œuvre</i>	4	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>NLT 2x3 et 2x4 murs de refend</i>
<i>OSB</i>	0.6	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>OSB 11mm murs de refend</i>
<i>Bois d'œuvre</i>	8	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>Entremises</i>
<i>Plaques d'acier épaisses</i>	488	kg	<i>Plans et devis</i>	<i>Contreventements en plaques 4x13x160x9000mm</i>
<i>BLC</i>	3	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>Contreventements en BLC</i>
<i>Vis, écrous et boulons</i>	174	kg	<i>Plans et devis</i>	<i>Quincaillerie d'assemblage</i>
Planchers				
Béton 25 MPa	140	m³	Fournisseurs	Dalle 127mm
Treillis d'armature	2.6	t	Fournisseurs	
Toiture				
<i>Bois d'œuvre</i>	90	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>NLT 2x3 et 2x4</i>
<i>OSB</i>	13	m³	<i>Plans et devis</i>	<i>OSB 11mm</i>
<i>Vis, écrous et boulons</i>	722	kg	<i>Plans et devis</i>	<i>Quincaillerie d'assemblage</i>

COLLECTE DE DONNÉES

- Scénario de référence -

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	180	m³	Note de calculs	Mur 254mm et semelle filante
Barres d'armature	4.7	t	Note de calculs	
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	12.1	t	Note de calculs	Colonnes et sablières
Vis, écrous et boulons	476	kg	Note de calculs	Quincaillerie d'assemblage
Plaques d'acier épaisses	1200	kg	Note de calculs	Ferrures d'assemblages
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	5.5	t	Note de calculs	Entremises et cadrage de porte
Plaques d'acier épaisses	550	kg	Note de calculs	Ferrures d'assemblages entremises
Plaques d'acier épaisses	1150	kg	Note de calculs	Contreventements en plaques 8x13x160x9000mm
Plaques d'acier épaisses	115	kg	Note de calculs	Ferrures d'assemblages CVT
Vis, écrous et boulons	322	kg	Note de calculs	Quincaillerie d'assemblage
Planchers				
Béton 25 MPa	140	m³	Note de calculs	Dalle 127mm
Treillis d'armature	2.6	t	Note de calculs	
Toiture				
Poutrelles d'acier ajourées	19.4	t	Note de calculs	Selon tableaux Canam
Pontage en acier	10.2	t	Note de calculs	Selon tableaux Canam
Vis, écrous et boulons	205	kg	Note de calculs	Quincaillerie d'assemblage

Annexe 2

Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux

28 février 2020
Saint-Raymond

Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux

Les incertitudes associées aux résultats des calculs d'émission de GES obtenus avec Gestimat proviennent des incertitudes reliées aux facteurs d'émissions GES et à celles qui sont reliées aux quantités de matériaux estimées.

La crédibilité des résultats obtenus avec Gestimat étant tributaire de la précision sur les quantités de matériaux estimées, il convient que le responsable du projet réduise autant que possible les incertitudes relatives à la quantification des réductions d'émissions de GES dans les limites du champ d'application du programme.

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

Par la présente, je certifie que les estimations sur les matériaux respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence. Ma signature certifie également que les renseignements fournis et tous documents transmis comme preuve sont complets et exacts.



Francis Moisan, ing.
Charpentes Montmorency inc.

Annexe 3

Rapports complets du Gestimat

- Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit
- Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du scénario de référence
- Quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence

Scénario : *Projet GES*

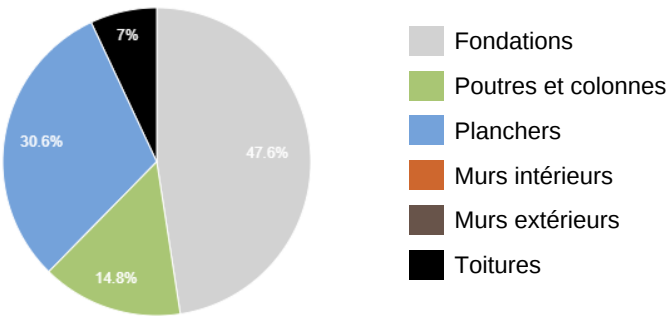
Nom du projet :	Construction de bâtiments en bois massif industriels à grande surface	No du projet :	PVT-014
Nom du scénario :	Projet GES	Type de saisie :	Saisie détaillée

Description / Notes :

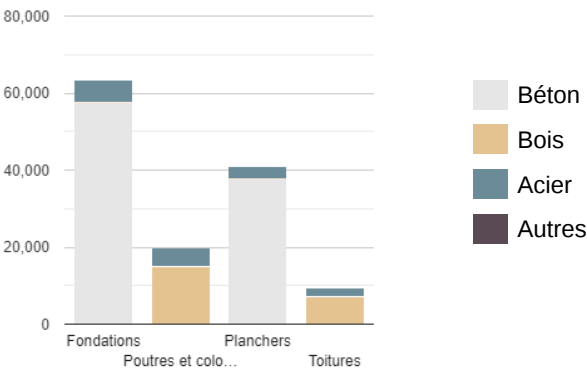
Structure de bois lamellé-collé et système de toiture en panneaux de NLT.

Projet GES		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	57 600	0,00	5 960	0,00	63 560	47,55
	Poutres et colonnes	0,00	15 030	4 751	0,00	19 781	14,80
	Planchers	37 660	0,00	3 297	0,00	40 957	30,64
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	7 114	2 245	0,00	9 359	7,00
Total GES (kg éq. CO ₂)		95 260	22 144	16 252	0,00	133 656	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		82,12	19,09	14,01	0,00	115	

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Scénario : Scénario de référence

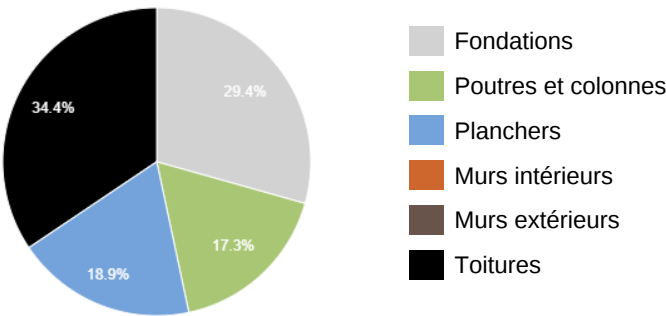
Nom du projet :	Construction de bâtiments en bois massif industriels à grande surface	No du projet :	PVT-014
Nom du scénario :	Scénario de référence	Type de saisie :	Saisie détaillée

Description / Notes :

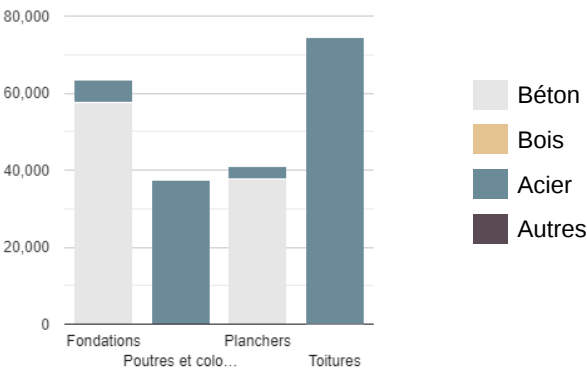
Structure poteaux-poutres avec poutrelles et pontage d'acier.

Scénario de référence		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	57 600	0,00	5 960	0,00	63 560	29,36
	Poutres et colonnes	0,00	0,00	37 441	0,00	37 441	17,30
	Planchers	37 660	0,00	3 297	0,00	40 957	18,92
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	0,00	74 506	0,00	74 506	34,42
Total GES (kg éq. CO ₂)		95 260	0,00	121 203	0,00	216 463	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		82,12	0,00	104	0,00	187	

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

SOMMAIRE DU PROJET

Nom du projet	Construction de bâtiments en bois massif industriels à grande surface	Type de projet	Construction neuve
No du projet	PVT-014	Type de bâtiment	Utilitaire (entrepôts, ateliers, garages, haltes routières, etc.)
Municipalité	Saint-Raymond	Nombre étage(s)	1
Région administrative	Capitale-Nationale	Superficie au sol (m ²)	1205
Année prévue	2019	Superficie totale (m ²)	1160
Budget prévu	1450000	Version du projet	

Description / Notes :

SCÉNARIOS ANALYSÉS

	Nom	Total GES (kg éq. Co ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Projet GES	133 656	Structure de bois lamellé-collé et système de toiture en panneaux de NLT.
Scénario 2	Scénario de référence	216 463	Structure poteaux-poutres avec poutrelles et pontage d'acier.
Scénario 3		0	
Scénario 4		0	
Scénario 5		0	
Scénario 6		0	

SCÉNARIO RETENU

	Choix	Type de structure	Émissions de GES estimées
Scénario de référence		Acier	0,00
Scénario retenu			0,00
Émissions de GES évitées			0,00

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Nombre d'étages		-	-	-	-	-	-
Nombre d'éléments modélisés		7	6	0	0	0	0
Fondations	m³ béton armé	180 m³	180 m³				
Poutres et colonnes	m³ béton armé						
	m³ bois	129 m³					
	tonnes acier		17,60 tonnes				
Planchers	m² de planchers	1 160 m²	1 160 m²				
Murs intérieurs	m² de murs						
Murs extérieurs	m² de murs						
Toitures	m² de toitures	1 205 m²	1 205 m²				

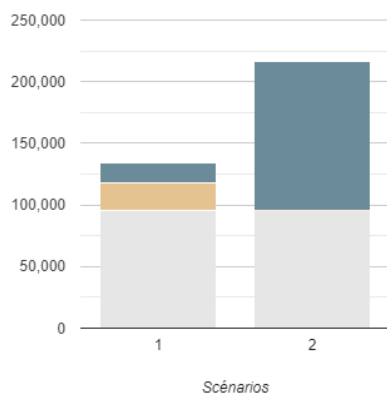
VALIDATION DES SCÉNARIOS

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

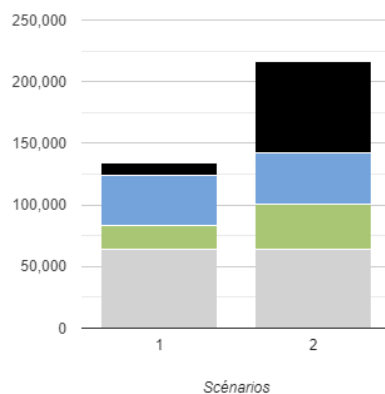
Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Superficie totale de plancher (m²)		-	-	-	-	-	-
GES par matériau		(kg éq. CO ₂)					
 Béton		95 260	95 260				
 Bois		22 144					
 Acier		16 252	121 203				
 Autres							
GES par système constructif		(kg éq. CO ₂)					
 Fondations		63 560	63 560				
 Poutres et colonnes		19 781	37 441				
 Planchers		40 957	40 957				
 Murs intérieurs							
 Murs extérieurs							
 Toitures		9 359	74 506				
Total GES	(kg éq. CO ₂)	133 656	216 463				
GES par m²	(kg éq. CO ₂ /m²)	115	187				



Béton
 Bois
 Acier
 Autres



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Annexe 4

Rapports du vérificateur suivant la norme ISO 14064-3

Charpentres Montmorency inc.

Rapport de vérification

Vérification du rapport de projet GES de Charpentres Montmorency inc.
Version finale



Projet : 39649TTF

Révision : 01

2020-04-21

Vérification du rapport de projet GES de Charpentes Montmorency inc.

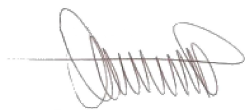
Projet : 39649TTF
Rév. 01
2020-04-21

PRÉSENTÉ À

Charpentes Montmorency inc.

161, rue des Forces
Saint-Raymond (Québec)
G3L 0H9

Préparé par :



2020-04-21

Roger Fournier, CPA, CA
Vérificateur en chef

Date

Et :



2020-04-21

Alexis Dagenais Everell, ing., M. Ing.,
PA LEED C+CB
Vérificateur

Date

PRÉSENTER PAR

Tetra Tech QI inc.

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

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

RÉVISIONS

RÉVISION	DATE	DESCRIPTION	PRÉPARER PAR
00	14 AVRIL 2020	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	RF/ADE/AH
01	21 AVRIL 2020	VERSION FINALE	RF/AH

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
4.0 MÉTHODOLOGIE DE VÉRIFICATION.....	6
4.1 Examen des documents.....	6
4.2 Élaboration de l'approche de vérification	6
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	8
4.6 Limitation et usage du rapport	9
5.0 CONCLUSION DE LA VÉRIFICATION	10
6.0 OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORATION	10
7.0 FAITS DÉCOUVERTS APRÈS LA VÉRIFICATION	10

LISTE DES ANNEXES

Annexe A – Avis de vérification
Annexe B – Attestation d'absence de conflits d'intérêts
Annexe C – Rapport de projet GES

Monsieur Francis Moisan
Président
Charpentes Montmorency inc.
161, rue des Forces
Saint-Raymond (Québec) G3L 0H9

Monsieur Moisan,

Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) a vérifié le rapport de projet gaz à effet de serre (GES) de Charpentes Montmorency inc. (Charpentes Montmorency) daté du 7 avril 2020.

Le rapport de projet GES intitulé : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* daté du 7 avril 2020 est joint à l'**Annexe C**.

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Tetra Tech a été mandaté par Charpentes Montmorency pour vérifier son rapport de projet GES intitulé : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* daté du 7 avril 2020.

1.1 RÔLES ET RESPONSABILITÉS

Charpentes Montmorency 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 à l'**Annexe C**. 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 suite à notre vérification.

1.2 PROMOTEUR ET LOCALISATION DU SITE

Le projet d'agrandissement du promoteur qui fait l'objet du présent mandat de vérification est situé à l'adresse suivante :

Charpentes Montmorency inc.
161, rue des Forces
Saint-Raymond (Québec) G3L 0H9

1.3 OBJECTIFS DE LA VÉRIFICATION

L'objectif de ce mandat vise à fournir un avis portant sur le rapport de projet GES de Charpentes Montmorency intitulé : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* et daté du 7 avril 2020 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 *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 GES 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 :

- 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 (plans et devis et fournisseurs) et pour le scénario de référence (notes de calculs) ;
- L'exactitude des résultats présentés en fonction des calculs effectués par l'outil d'estimation Gestimat ;
- L'exactitude du calcul des réductions GES obtenus grâce au 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 bâtiment*.

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 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 utilisées 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 l'octroi du mandat, soit le 17 février 2020, 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/accreditation/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.

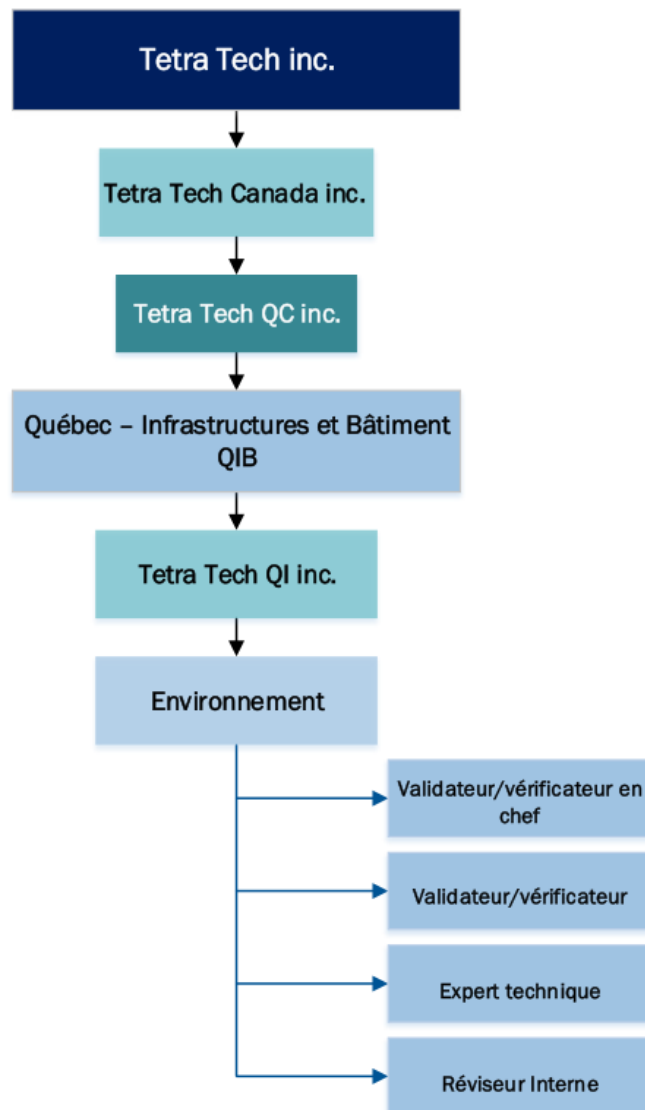


Figure 1 Organigramme de l'organisme de vérification Tetra Tech QI inc.

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, CA
Sous-traitant – SERVICE VÉRIFICATION CARBON QUANTUM INC.
1205, rue Ampère, bureau 310
Boucherville (Québec) J4B 7M6
Tél. : 514 891-6799
Roger.Fournier@tetrattech.com
- Vérificateur :
Alexis Dagenais Everell, ing, M.Ing, PA LEED C + CB
1205, rue Ampère, bureau 310
Boucherville (Québec) J4B 7M6
Tél. : 450 655-9640 #401
Alexis.DagenaisEverell@tetrattech.com
- La révision interne est effectuée par :
Patrick Fournier, T.P., B.Sc., MBA
1205 rue Ampère, bureau 310
Boucherville (Québec) J4B 7M6
Tél. : 450-655-9640 #368
Patrick.Fournier@tetrattech.com

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

2.5 IMPARTIALITÉ ET CONFLIT D'INTÉRÊTS

Tetra Tech 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 Charpentes Montmorency 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

Le projet consiste en la réalisation d'un bâtiment industriel de 1205 m² de superficie au sol (1160 m² de superficie totale de plancher) en bois massif, et ce, de façon économique et innovatrice.

Au départ du projet, la volonté de Charpentes Montmorency était de réaliser un bâtiment phare à haute valeur écologique et humaine, pouvant être répété dans le futur pour le remplacement de bâtiments en acier à grande surface.

Le bâtiment de 18,3 m x 65,9 m utilise des panneaux de toiture composés de bois de sciage de 2 x 3 et 2 x 4 assemblés à l'aide de clous (NLT) et une structure principale en lamellé-collé. Les colonnes et poutres sont doubles afin d'être optimales et pour faciliter leur installation. L'intégration d'un pont roulant s'est faite à même la structure de bois.

L'enveloppe du bâtiment est faite de panneaux architecturaux isolants et de panneaux en polycarbonate translucide pour un apport de lumière naturelle.

Le chauffage du bâtiment se fait à l'aide d'une chaudière à biomasse extérieure qui alimente un système de plancher radiant. Les résidus de bois de l'entreprise servent de combustible.

La structure poteaux-poutres comprend 120 m³ de lamellé-collé. Le système de panneaux de toiture NLT totalise 90 m³ de bois de sciage local et 14 m³ de panneaux de lamelles orientées (OSB). Les entremises et murs de refend en NLT comprennent 12 m³ de bois de sciage local et 0,6 m³ de panneaux OSB. L'ensemble du bâtiment se totalisant à 236,6 m³ de bois.

Le scénario de référence est un bâtiment ayant une architecture identique au projet réalisé.

Charpentes Montmorency a évalué quatre scénarios de référence possibles en utilisant la méthodologie du test des barrières.

Les scénarios évalués étaient :

- Structure de bois lamellé-collé poteaux-poutres combinée avec panneaux de lamellé-croisé ;
- Structure de bois lamellé-collé poteaux-poutres combinée avec pannes secondaires et pontage de bois lamellé-collé ;
- Structure d'acier poteaux-poutres combinée avec pannes secondaires et pontage de bois lamellé-collé ;
- Structure d'acier poteaux-poutres combinée avec poutrelles et pontage d'acier.

En utilisant la méthodologie du test des barrières, le scénario de référence établi fut une structure d'acier poteaux-poutres combinée avec poutrelles et pontage d'acier.

Dans les deux scénarios, Charpentes Montmorency a émis les hypothèses suivantes :

- Même charge de neige et trame structurale ;
- Les fondations sont identiques ;
- L'enveloppe du bâtiment et les revêtements de murs et de toiture sont les mêmes.

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 Charpentes Montmorency ;
- Élaborer l'approche de vérification ;
- Déterminer les risques de la vérification ;
- Élaborer un plan de collecte de preuves
- Élaborer un plan d'échantillonnage ;
- 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 : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* daté du 7 avril 2020 ;
- Norme ISO 14064-3 *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 1 du rapport GES) ;
- Lettre de M. Francis Moisan, Président de Charpentes Montmorency inc., confirmant que les renseignements fournis et tous les documents transmis dans le cadre de ce projet sont complets et exacts (Annexe 2 du rapport de projet) ;
- Copie des plans et devis et des notes de calculs fournis par M. Francis Moisan ;
- Rapports complets du Gestimat (Annexe 3 du rapport de projet) ;
- Divers documents de support.

4.2 ÉLABORATION DE L'APPROCHE DE VÉRIFICATION

Au début du processus de vérification de Tetra Tech, le rapport de projet GES et ses différentes annexes a été reçu. À la réception de ce rapport et ces annexes, il a été possible de procéder à une première évaluation du 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. Le plan de vérification original n'a pas été modifié au cours de ce mandat de vérification.

La vérification a été exécutée conformément à la norme ISO 14064-3 *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 à l'**Annexe C** donne, à tous les égards importants, une image fidèle des réductions d'émissions de GES, qu'il est libre de toute inexactitude importante, qu'il reflète de façon appropriée les données et les informations relatives aux réductions d'émissions de GES de Charpentes Montmorency 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 la vérification a été planifiée et exécutée en conséquence. Ainsi, la vérification a couvert les procédés jugés nécessaires dans les circonstances par Tetra Tech pour fournir un fondement raisonnable.

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. Les procédés ont été choisis sur la base du jugement professionnel de Tetra Tech et de l'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 17 mars 2020. Lors de cette rencontre téléphonique, ont été abordés, 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.

Pour la visite des lieux, celle-ci s'est faite de façon virtuelle (via Skype).

Une observation visuelle des lieux a été effectuée le 7 avril 2020. Ainsi, certains éléments tels, qu'entre autres, les poutres et colonnes et panneaux du toit ainsi que le contreventement dans les quatre coins du bâtiment ont été vus durant la visite.

Les objectifs de cette visite étaient, entre autres, de confirmer l'existence du projet, de confirmer par une visualisation intérieure des 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 7 avril 2020 :

Tableau 1 Intervenants présents lors de la visite virtuelle

Nom	Titre/Organisme	Coordonnées
Mme Marilyn Potvin	Charpentes Montmorency	161, rue des Forces Saint-Raymond (Québec) G3L 0H9 Marilyn@structuresdebois.com
M. Alexis Dagenais Everell	Vérificateur, Tetra Tech	1205 rue Ampère, bureau 310 Boucherville (Québec) J4B 7M6 AlexisDagenaisEverell@tetrattech.com

4.4 REVUE DE LA DOCUMENTATION ET DEMANDES D' ACTIONS

La revue de la documentation concernant le rapport de projet GES a été complétée suite aux demandes d'informations complémentaires, clarifications et corrections qui ont été émises à Structure Montmorency par le vérificateur.

Des échanges par courrier électronique et par téléphone 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 Montmorency.

Sur l'ensemble des informations obtenues, les quantités de matériaux imputées au projet ainsi qu'au scénario de référence ont, entre autres été analysées.

Pour le scénario de projet, les quantités imputées en prenant connaissance des notes de calculs, des plans et devis ainsi que les volumes calculés sur le modèle 3D CadWork du bâtiment ont été analysés.

Les valeurs de la quantification étaient dans la majorité des cas conformes à l'exception de certaines valeurs associées à la quincaillerie et les plaques d'acier épaisses. L'impact des erreurs trouvées était inférieur à 5 % des émissions de GES évitées. Le client a été informé par Tetra Tech des erreurs trouvées lors de la vérification. Le rapport de projet GES a été modifié pour tenir compte de ces erreurs.

Pour le scénario de référence, les calculs, les quantités de matériaux estimées et les plans de concept pour l'option acier de l'usine de Charpentes Montmorency ont été analysés. Ainsi, pour les valeurs présentées pour le bâtiment de référence, des calculs de descente de charges applicable sur le toit du bâtiment ont été effectués par Charpentes Montmorency. Ces calculs ont été vérifiés en parallèle avec les hypothèses de calcul pour chacun des éléments structurels du bâtiment. Le dimensionnement du tablier métallique, ainsi que des poutrelles, colonnes et poutres dépendent des charges de conception. Par la suite, une vérification est faite sur le choix du pontage et poutrelle côté conception.

Les calculs du bâtiment de référence étaient, dans la majorité des cas, conformes. Des questions ont été posées sur les charges de neige utilisée dans le calcul de charge. Les réponses fournies par Charpentes Montmorency étaient satisfaisantes.

Par la suite, il a été validé que les quantités prévues pour les deux scénarios avaient bien été imputées dans le logiciel Gestimat.

Le logiciel Gestimat calcule les émissions de GES en tenant compte des quantités de matériaux utilisés et des facteurs d'émissions préétablis dans Gestimat pour chaque type de matériaux. Tel que mentionné dans le protocole, Tetra Tech n'a pas vérifié les calculs dans Gestimat incluant l'utilisation des facteurs d'émissions appropriés. Certaines erreurs d'entrée de données dans Gestimat ont été signalées à Charpentes Montmorency. Ces erreurs ont été corrigées.

Dans les deux scénarios, le promoteur a utilisé les mêmes quantités de matériaux pour les fondations et élément de plancher. Tetra Tech est d'accord avec ce choix.

Les réductions 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.

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 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 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 ;

- 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 d'émissions de GES.

Concernant le contrôle et la gestion des données, la section 6.3 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* établit les critères suivants :

- Suite à la cueillette d'information à partir du modèle numérique, des plans et devis ainsi que du devis préliminaire du scénario de référence, 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 un échange de courriels avec M. Francis Moisan, celui-ci nous a confirmé que Charpentes Montmorency respectait les spécifications 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* en lien avec la conservation, la vérification, la sauvegarde et l'identification des documents reliés au projet.

Tetra Tech conclut que 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* a été bien suivi par le Promoteur de projet.

4.6 LIMITATION ET USAGE DU RAPPORT

Le présent document est destiné à l'usage exclusif de la personne ou de l'entité (client) ayant mandaté 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 Charpentes Montmorency intitulé : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* et daté du 7 avril 2020 a été revu et a fait l'objet de demandes d'informations complémentaires. Tetra Tech a obtenu des réponses satisfaisantes à ses demandes.

Charpentes Montmorency a déclaré des réductions d'émissions de GES de 82 807 kg de CO_{2eq} pour son projet intitulé : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif*. 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 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 lequel 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

Monsieur Francis Moisan
Président
Charpentes Montmorency inc.
161, rue des Forces
Saint-Raymond (Québec) G3L 0H9

Objectifs de la vérification

L'objectif de ce mandat vise à fournir un avis portant sur le rapport de projet GES de Charpentes Montmorency inc. intitulée : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* et daté du 7 avril 2020 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 *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*.
3. Le choix du scénario de référence est approprié et bien justifié.
4. L'approche de quantification et les méthodologies utilisées sont appropriées.
5. Les calculs utilisés sont suffisamment justes et précis pour éviter les possibilités d'erreurs matérielles.
6. Les résultats sont en conformité avec les calculs effectués par Gestimat.
7. Les réductions d'émissions de GES de 82 807 kg de CO_{2eq} faisant l'objet de la présente vérification et présentées dans le rapport de projet GES intitulé : *Bâtiment industriel à grande surface en bois massif* et daté du 7 avril 2020 sont présentées fidèlement et exemptes d'erreurs matérielles.
8. 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, CA
Vérificateur en chef



Alexis Dagenais Everell, ing., M. Ing., PA LEED C+CB
Vérificateur

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

Boucherville, le 21 avril 2020

Objet : Vérification du rapport de projet GES du Projet Condo Le Kaméléon
Attestation sur l'absence de conflits d'intérêts
N/Réf. : 39649TTF

Madame, Monsieur,

Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) a été mandaté pour vérifier le rapport de projet GES de Charpentes Montmorency inc. intitulé *Bâtiment industriel a grande surace en bois massif* daté du 7 avril 2020.

Tetra Tech atteste que les exigences de l'article 6.10 du RDOCÉCA sont satisfaites. Aucune situation de conflit d'intérêts n'a été identifiée entre Horisol Coopérative de travailleurs, Tetra Tech, ni aucun membre de l'équipe de vérification. Le risque de conflit d'intérêts est acceptable.



Patrick Fournier, T.P., B.Sc., MBA
Directeur de projets – Environnement
PF/ah

ANNEXE C – RAPPORT DE PROJET GES

Rapport de projet GES

Bâtiment industriel à grande surface en bois massif

Réalisé par Francis Moisan, ing. – Président
Charpentes Montmorency inc.



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme de vitrine
technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en
bois

2020-04-07

Francis, Moisan, ing.

Charpentes Montmorency

Responsable du projet
GES

Annie Gosselin, ing.f., Ph.D.

MFFP

Responsable administratif de
l'aide financière

Francis, Moisan, ing.

Charpentes Montmorency

Bénéficiaire de subvention

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois (Programme). Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi que le Fonds vert ne sont pas responsables du contenu de ce document.

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

Table des matières

1. Projet GES	4
1.1 Parties prenantes du Projet GES	4
1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	4
1.3 Description du projet de construction.....	4
1.4 Description et justification du scénario de référence.....	5
1.5 Données du projet GES	7
2. Quantification des émissions de GES	7
3. Annexes	8

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

Bénéficiaire de subvention : Charpentes Montmorency inc.;

Responsable administratif de l'aide financière : Annie Gosselin, ing.f., Ph.D., MFFP;

Responsable – Rapport du projet GES : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.;

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

- o Projet construit : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.;
- o Scénario de référence : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.;

Responsable de la quantification des émissions de GES : Francis Moisan, ing., Charpentes Montmorency inc.

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Construction d'un bâtiment industriel à grande surface en bois massif dans le parc industriel no.2 de Saint-Raymond: 161, rue des Forces, Saint-Raymond, G3L 0H9

1.3 Description du projet de construction

Charpentes Montmorency (CM) est une entreprise spécialisée en conception, fabrication et installation de structures en bois massif et en bois d'ingénierie. Depuis 2007, les opérations étaient situées dans un entrepôt d'une ancienne compagnie forestière située à St-Raymond. Avec l'accroissement du marché des structures de bois, le bâtiment loué n'était plus adapté pour répondre aux besoins opérationnels de l'entreprise. La sécurité des employés y était compromise. La rétention des employés et l'attraction de nouveaux talents étaient un défi avec la bâtisse vieillissante.

L'objectif du projet était donc de réaliser un bâtiment industriel de 1205 m² de superficie au sol (1160 m² de superficie totale de plancher) en bois massif de façon économique, innovatrice et dans des délais relativement courts pour la relocalisation des opérations de CM.

Dès le départ, la volonté de CM était de réaliser un bâtiment phare à haute valeur écologique et humaine, pouvant être répété dans le futur pour le remplacement de bâtiments en acier à grande surface.

Le bâtiment de 18,3m par 65,9m utilise des panneaux de toiture composés de bois de sciage de 2x3 et 2x4 assemblés à l'aide de clous (NLT) et une structure principale en lamellé-collé. Les colonnes et poutres sont doubles afin d'être optimales et pour faciliter leur installation. L'intégration d'un pont roulant s'est faite à même la structure de bois.

L'enveloppe du bâtiment est faite de panneaux architecturaux isolants et de panneaux en polycarbonate translucide pour un apport de lumière naturelle.

Le chauffage du bâtiment se fait à l'aide d'une chaudière à biomasse extérieure qui alimente un système de plancher radiant. Les résidus de bois de l'entreprise servent de combustible.

1.4 Description et justification du scénario de référence

Afin d'assurer la comparabilité du scénario de référence au projet GES, plusieurs points doivent être similaires : la géométrie du bâtiment, la superficie et le nombre de plancher, les fonctionnalités des systèmes constructifs, etc. Considérant ces points de similitudes, quatre scénarios de référence ont été déterminés comme les plus plausibles parmi toutes les options possibles comparables au projet GES construit :

- Structure de bois lamellé-collé poteaux-poutres combinée avec panneaux de lamellé-croisé (CLT)
- Structure de bois lamellé-collé poteaux-poutres combinée avec pannes secondaires et pontage de bois lamellé-collé
- Structure d'acier poteaux-poutres combinée avec pannes secondaires et pontage de bois lamellé-collé
- Structure d'acier poteaux-poutres combinée avec poutrelles et pontage d'acier

Suivant la méthodologie du test des barrières, le scénario de référence établi fut une structure d'acier poteaux-poutres combinée avec poutrelles et pontage d'acier. La démarche du test des barrières est présentée au tableau no.1.

À ces obstacles nous aimerions ajouter deux volets supplémentaires d'importance selon nous: valeurs environnementales et outils de promotion. En effet, comme constructeur, nous avons la chance de faire une différence lors des choix de matériaux. Avec les fortes valeurs environnementales de l'entreprise, nous croyons qu'il est préférable de préconiser les matériaux avec une empreinte environnementale moindre. Le bâtiment phare en bois est également un outil de promotion pour l'entreprise.

Tableau 1 : Méthodologie du test des barrières

Obstacles	Option 1 Projet de construction retenu (projet GES): Structure LC et panneaux de NLT	Option 2 Scénario de référence: Structure et pontage d'acier	Option 3 Structure LC et panneaux de CLT	Option 4 Structure LC et pontage LC	Option 5 Structure d'acier, pannes secondaires et pontage en LC
Réglementaire	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Pratique courante	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Financier	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Obstacle : Coûts des panneaux de CLT élevés	Obstacle : Coûts de pannes et du pontage élevés	Obstacle : Coûts des pannes et du pontage élevés
Technologique	Obstacle mineur : Performance technique peu connue	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Ressources humaines	Obstacle : Nécessite des connaissances et compétences techniques spécifiques	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Infrastructure	Aucun obstacle	Obstacle mineur : Les infrastructures pour certains matériaux sont à pleine capacité résultant en de longs délais de production.	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Culturel, géographique, climatique	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Marché	Obstacle : Peu de distributeur	Aucun obstacle	Obstacle : Peu de distributeur	Obstacle : Peu de distributeur	Obstacle : Peu de distributeur
Institution, perception du public	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)	Aucun obstacle	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, etc.)

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

- Même charge de neige et trame structurale
- Les fondations sont identiques
- L'enveloppe du bâtiment et les revêtements de murs et de toiture sont les mêmes

1.5 Données du projet GES

Les données servant à comparer le projet GES et le scénario de référence furent recueillies et compilées dans les tableaux des quantités de matériaux présentés à l'annexe 1. Les types et quantités de matériaux utilisés pour le projet GES sont déterminés suivant les plans et devis émis pour la construction. Les données du scénario de référence retenu sont obtenues à partir d'un dimensionnement préliminaire de la structure du bâtiment. La crédibilité des résultats obtenus avec Gestimat étant tributaire de la précision des quantités de matériaux estimées, une lettre rédigée par l'estimateur des matériaux certifiant que les estimations sur les quantités de matériaux respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence est présentée à l'annexe 2.

La structure du bâtiment construit pour Charpentes Montmorency (projet GES) est principalement composée de bois. La structure poteaux-poutres comprend 120 m³ de lamellé-collé. Le système de panneaux de toiture NLT totalise 90 m³ de bois de sciage local et 14 m³ de panneaux OSB. Les entremises et mur de refend en NLT comprennent 12 m³ de bois de sciage local et 0.6 m³ de panneaux OSB. L'ensemble du bâtiment se totalisant à 236.6 m³ de bois.

Tableau 2 : Volume de bois du projet GES

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET GES (m ³)
235.6

2. Quantification des émissions de GES

Les émissions des GES liées aux différents matériaux de construction furent quantifiées à l'aide du logiciel Gestimat (<https://gestimat.ca/>). Les rapports de quantification des émissions de GES par systèmes constructifs pour le projet construit et son scénario de référence sont présentés à l'annexe 3. Le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence est également présenté à l'annexe 3.

Il est ainsi possible de quantifier la réduction d'émissions de GES obtenues pour le projet GES construit en comparaison avec le scénario de référence. La réduction d'émission de GES obtenues est illustrée au tableau no.3.

Tableau 3 : Réductions d'émissions GES

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES
(kg éq. CO₂)	(kg éq. CO₂)	(kg éq. CO₂)
216 463	133 656	82 807

3. Annexes

1. Tableaux des quantités des matériaux
2. Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux
3. Rapports complets produit par Gestimat
 - Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit
 - Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du son scénario de référence
 - Quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence
4. Rapport du vérificateur suivant la norme ISO 14064-3

Annexe 1

Tableaux des quantités des matériaux

INFORMATIONS SUR LE CLIENT

Nom du client :	Charpentes Montmorency inc.
Adresse du client :	161, rue des Forces, Saint-Raymond, G3L 0H9
Adresse de facturation :	161, rue des Forces, Saint-Raymond, G3L 0H9

INFORMATIONS SUR LE PROJET

Nom du projet :		
No du projet (si il a lieu) :	PVT-014	
Municipalité :	Saint-Raymond [Capitale-Nationale (03)]	(selon la liste déroulante)
Année de construction :	2019	
Budget :	1 450 000 \$	
Type de projet :	Construction neuve	(selon la liste déroulante)
Type de bâtiment :	Utilitaire (entrepôts, ateliers, garages, haltes routières, etc.)	(selon la liste déroulante)
Nombre d'étages :	1	
Superficie au sol (m²) :	1205	
Superficie totale de plancher (m²) :	1160	
Description sommaire du bâtiment réalisé :	Bâtiment monopente (2%) en bois mesurant 18.3m x 65.9m. Portée libre de 18.3m, point haut dessus structure 7.9m et moins bas 7.5m. Espacement des colonnes : 3.66m. Hauteur maximale des poutres de bois 1000mm	
Description de la structure du bâtiment :	Structure poteaux-poutres de lamellé-collé de 921mm et platelage en NLT corrugué avec 2x3 et 2x4 en alternance. Pont roulant 3 T.M. supporté par les colonnes de lamellé-collé. OSB 11mm sur NLT pour diaphragme, contreventements en lamellé-collé et en plaques d'acier.	
Description du scénario de référence :	Bâtiment monopente (2%) en acier mesurant 18.3m x 65.9m. Portée libre de 18.3m, point haut dessus structure 7.9m et moins bas 7.5m. Espacement des colonnes : 3.66m, haut maximale des fermes 1000mm	
Description de la structure du scénario de référence : (incluant une justification des hypothèses, s'il y a lieu)	Structure poteaux-poutres en acier, fermes de 1000 m de hauteur disposées à tous les 1830 mm avec pontage métallique 38 mm 20GA. Pont roulant 3 T.M. supporté par les colonnes d'acier. Contreventements en plaques d'acier	

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	180	m³	Fournisseurs	Mur 254mm et semelle filante
Barres d'armature	4.7	t	Fournisseurs	
Poutres et colonnes				
BLC	117	m³	Plans et devis	Poutres et colonnes lamellé-collé d'épinette 24F
Plaques d'acier épaisses	663	kg	Plans et devis	Ferrures d'assemblage
Vis, écrous et boulons	476	kg	Plans et devis	Quincaillerie d'assemblage
Bois d'œuvre	4	m³	Plans et devis	NLT 2x3 et 2x4 murs de refend
OSB	0.6	m³	Plans et devis	OSB 11mm murs de refend
Bois d'œuvre	8	m³	Plans et devis	Entremises
Plaques d'acier épaisses	488	kg	Plans et devis	Contreventements en plaques 4x13x160x9000mm
BLC	3	m³	Plans et devis	Contreventements en BLC
Vis, écrous et boulons	174	kg	Plans et devis	Quincaillerie d'assemblage
Planchers				
Béton 25 MPa	140	m³	Fournisseurs	Dalle 127mm
Treillis d'armature	2.6	t	Fournisseurs	
Toiture				
Bois d'œuvre	90	m³	Plans et devis	NLT 2x3 et 2x4
OSB	13	m³	Plans et devis	OSB 11mm
Vis, écrous et boulons	722	kg	Plans et devis	Quincaillerie d'assemblage

COLLECTE DE DONNÉES

- Scénario de référence -

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 30 MPa	180	m ³	Note de calculs	Mur 254mm et semelle filante
Barres d'armature	4.7	t	Note de calculs	
Poutres et colonnes				
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	12.1	t	Note de calculs	Colonnes et sablières
Vis, écrous et boulons	476	kg	Note de calculs	Quincaillerie d'assemblage
Plaques d'acier épaisses	1200	kg	Note de calculs	Ferrures d'assemblages
Profilé extrudé moyen (W,S,C,L)	5.5	t	Note de calculs	Entremises et cadrage de porte
Plaques d'acier épaisses	550	kg	Note de calculs	Ferrures d'assemblages entremises
Plaques d'acier épaisses	1150	kg	Note de calculs	Contreventements en plaques 8x13x160x9000mm
Plaques d'acier épaisses	115	kg	Note de calculs	Ferrures d'assemblages CVT
Vis, écrous et boulons	322	kg	Note de calculs	Quincaillerie d'assemblage
Planchers				
Béton 25 MPa	140	m ³	Note de calculs	Dalle 127mm
Treillis d'armature	2.6	t	Note de calculs	
Toiture				
Poutrelles d'acier ajourées	19.4	t	Note de calculs	Selon tableaux Canam
Pontage en acier	10.2	t	Note de calculs	Selon tableaux Canam
Vis, écrous et boulons	205	kg	Note de calculs	Quincaillerie d'assemblage

Annexe 2

Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux

28 février 2020
Saint-Raymond

Lettre de l'estimateur de quantités de matériaux

Les incertitudes associées aux résultats des calculs d'émission de GES obtenus avec Gestimat proviennent des incertitudes reliées aux facteurs d'émissions GES et à celles qui sont reliées aux quantités de matériaux estimées.

La crédibilité des résultats obtenus avec Gestimat étant tributaire de la précision sur les quantités de matériaux estimées, il convient que le responsable du projet réduise autant que possible les incertitudes relatives à la quantification des réductions d'émissions de GES dans les limites du champ d'application du programme.

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

Par la présente, je certifie que les estimations sur les matériaux respectent le niveau de précision attendu et que la méthode d'estimation a été choisie en conséquence. Ma signature certifie également que les renseignements fournis et tous documents transmis comme preuve sont complets et exacts.

A handwritten signature in blue ink, reading "Francis Moisan, ing.", is shown above a horizontal line.

Francis Moisan, ing.
Charpentes Montmorency inc.

Annexe 3

Rapports complets du Gestimat

- Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit
- Quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du scénario de référence
- Quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence

Scénario : *Projet GES*

Nom du projet :
Construction de bâtiments en bois massif
industriels à grande surface

No du projet :
PVT-014

Nom du scénario :
Projet GES

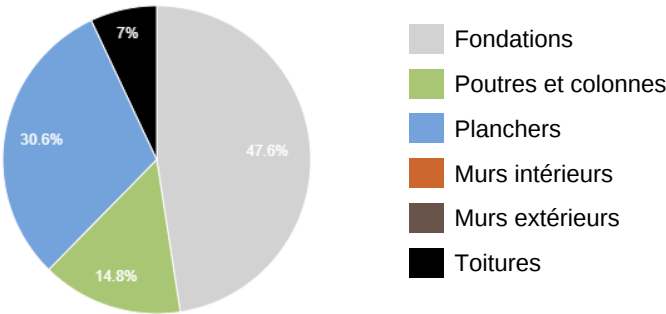
Type de saisie :
Saisie détaillée

Description / Notes :

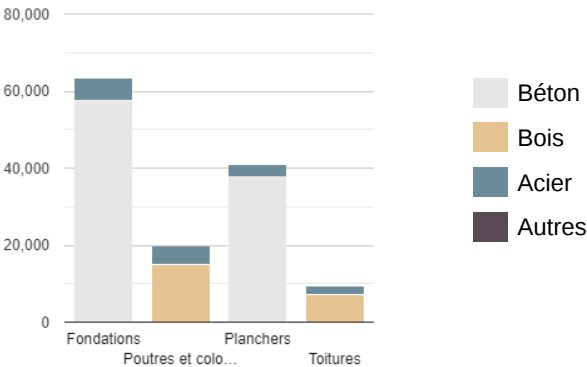
Structure de bois lamellé-collé et système de toiture en panneaux de NLT.

Projet GES		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	57 600	0,00	5 960	0,00	63 560	47,55
	Poutres et colonnes	0,00	15 030	4 751	0,00	19 781	14,80
	Planchers	37 660	0,00	3 297	0,00	40 957	30,64
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	7 114	2 245	0,00	9 359	7,00
	Total GES (kg éq. CO ₂)	95 260	22 144	16 252	0,00	133 656	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		82,12	19,09	14,01	0,00	115	

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Scénario : Scénario de référence

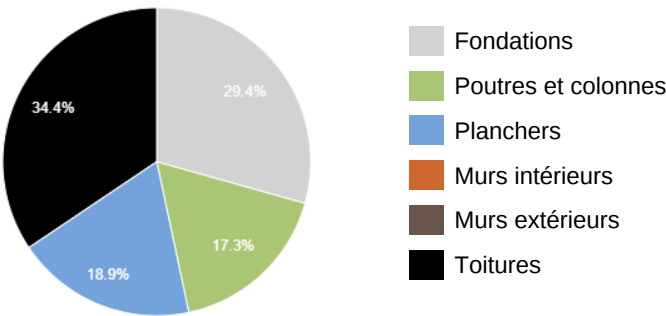
Nom du projet :	Construction de bâtiments en bois massif industriels à grande surface	No du projet :	PVT-014
Nom du scénario :	Scénario de référence	Type de saisie :	Saisie détaillée

Description / Notes :

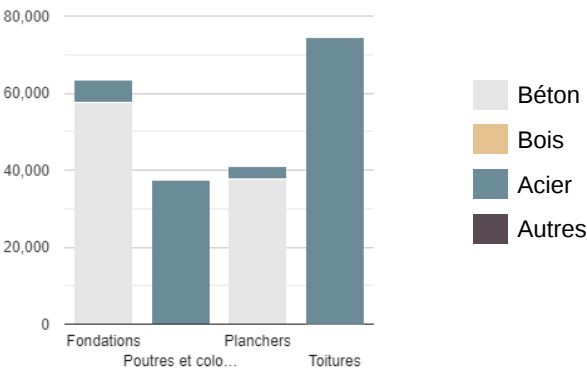
Structure poteaux-poutres avec poutrelles et pontage d'acier.

Scénario de référence		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	57 600	0,00	5 960	0,00	63 560	29,36
	Poutres et colonnes	0,00	0,00	37 441	0,00	37 441	17,30
	Planchers	37 660	0,00	3 297	0,00	40 957	18,92
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	0,00	74 506	0,00	74 506	34,42
	Total GES (kg éq. CO ₂)	95 260	0,00	121 203	0,00	216 463	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		82,12	0,00	104	0,00	187	

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

SOMMAIRE DU PROJET

Nom du projet	Construction de bâtiments en bois massif industriels à grande surface	Type de projet	Construction neuve
No du projet	PVT-014	Type de bâtiment	Utilitaire (entrepôts, ateliers, garages, haltes routières, etc.)
Municipalité	Saint-Raymond	Nombre étage(s)	1
Région administrative	Capitale-Nationale	Superficie au sol (m ²)	1205
Année prévue	2019	Superficie totale (m ²)	1160
Budget prévu	1450000	Version du projet	

Description / Notes :

SCÉNARIOS ANALYSÉS

	Nom	Total GES (kg éq. Co ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Projet GES	133 656	Structure de bois lamellé-collé et système de toiture en panneaux de NLT.
Scénario 2	Scénario de référence	216 463	Structure poteaux-poutres avec poutrelles et pontage d'acier.
Scénario 3		0	
Scénario 4		0	
Scénario 5		0	
Scénario 6		0	

SCÉNARIO RETENU

	Choix	Type de structure	Émissions de GES estimées
Scénario de référence		Acier	0,00
Scénario retenu			0,00
Émissions de GES évitées			0,00

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Nombre d'étages		-	-	-	-	-	-
Nombre d'éléments modélisés		7	6	0	0	0	0
Fondations	m³ béton armé	180 m³	180 m³				
Poutres et colonnes	m³ béton armé						
	m³ bois	129 m³					
	tonnes acier		17,60 tonnes				
Planchers	m² de planchers	1 160 m²	1 160 m²				
Murs intérieurs	m² de murs						
Murs extérieurs	m² de murs						
Toitures	m² de toitures	1 205 m²	1 205 m²				

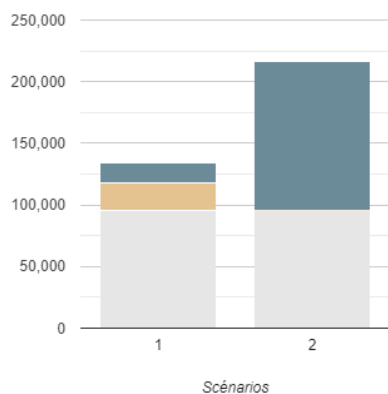
VALIDATION DES SCÉNARIOS

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

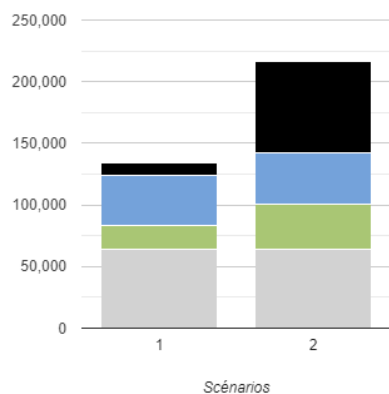
Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Superficie totale de plancher (m²)		-	-	-	-	-	-
GES par matériau		(kg éq. CO ₂)					
 Béton		95 260	95 260				
 Bois		22 144					
 Acier		16 252	121 203				
 Autres							
GES par système constructif		(kg éq. CO ₂)					
 Fondations		63 560	63 560				
 Poutres et colonnes		19 781	37 441				
 Planchers		40 957	40 957				
 Murs intérieurs							
 Murs extérieurs							
 Toitures		9 359	74 506				
Total GES	(kg éq. CO ₂)	133 656	216 463				
GES par m²	(kg éq. CO ₂ /m²)	115	187				



Béton
 Bois
 Acier
 Autres



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Annexe 4

Rapports du vérificateur suivant la norme ISO 14064-3