

Rapport de projet GES

Projet SOKIO - Système constructif innovant de murs
préfabriqués pour la construction étagée en ossature légère

Réalisé par Étienne Julien, Chargé de projet, Oikos Construction



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

Le 31 mars 2022

Étienne Julien

Oikos Construction

Responsable du projet
GES

Pierre-Yves Charest

Signature numérique de
Pierre-Yves Charest
Date : 2022.05.30
07:31:24 -04'00'

Pierre-Yves Charest, ing.

Oikos Construction

Responsable administratif de
l'aide financière

Pierre-Yves
Charest

Signature numérique
de Pierre-Yves Charest
Date : 2022.05.30
07:31:39 -04'00'

Pierre-Yves Charest, ing.

Oikos Construction

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.....	7
1.5 Données du projet GES.....	10
2. Quantification des émissions de GES	14
3. Annexes	15
Annexe A – Lettre des estimateurs de quantités de matériaux (Section 6.1 du protocole).....	15
Annexe B – Rapport complet fourni par CECOBOIS (Protocole Section 7.0)..	18
Annexe C – Rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3 (Section 9.0 du Protocole).....	31
4. Bibliographie.....	46

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : Oikos Construction
- Responsable administratif de l'aide financière : Pierre-Yves Charest, ing., Oikos Construction
- Responsable – Rapport du projet GES : Étienne Julien, Oikos Construction
- Responsable des estimations de quantités de matériaux :
 - Projet construit : Pierre-Yves Charest, Ingénieur, Oikos Construction;
 - Scénario de référence : François Leprince & Alexandre Bisson, Ingénieurs, Cima+ & Oikos Construction.
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Rosaline Larivière-Lajoie, CPI., Cecobois.

1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Projet SOKIO : Système constructif innovant de murs préfabriqués pour la construction étagée en ossature légère

Le projet SOKIO a été un projet résidentiel unifamilial développé au 45 rue de l'Anse à Beaupré, Québec. Ce projet a été conceptualisé à titre de prototype de la technologie SOKIO développé par l'entreprise Oikos Construction. Pour permettre un projet GES crédible et complet, l'entreprise a réalisé la modélisation d'un bâtiment complet de six étages reprenant la technologie, cette fois, situé de manière fictive au sein de la ville de Québec.

1.3 Description du projet de construction

Dans le contexte québécois, la préfabrication en ossature bois peut générer des solutions en panneau ou des solutions modulaires. Malheureusement, les murs préfabriqués en ossature bois, soit les solutions en panneau, n'incluent majoritairement pas les fenêtres, les portes et le revêtement extérieur. Cette réalité crée une distinction importante entre le contrôle qualité que peut bénéficier les murs préfabriqués vis-à-vis les ouvrages modulaires.



Figure 1 - Projet SOKIO en construction

C'est donc dire que même si les plans de protection de l'enveloppe du bâtiment des murs préfabriqués sont partiellement complétés (pare-vapeur et pare-intempérie), ces mêmes plans de protection, essentiels à la performance énergétique, peuvent toujours être altérés une fois sur chantier par des erreurs non désirées [1]. Comme une importante proportion des défauts d'un bâtiment proviennent du travail réalisé sur chantier, il est donc primordial de revoir les méthodes de design, de construction et de supervision [2].

Appuyé en autres par le CIRCERB, le CRSNG et la SHQ, la solution innovante proposée par Oikos Construction consiste en un système constructif de murs totalement préfabriqués qui se scellent automatiquement sur chantier. On mentionne « totalement préfabriqués » puisque ces murs comportent les fenêtres, les portes et le revêtement extérieur. Ces murs se caractérisent par un usinage atypique de la lisse et de la sablière en bois d'ingénierie (LSL) combiné à des matériaux de scellement spécialisés fixés au pourtour des murs. Cette conception permet un enchevêtrement rapide des panneaux préfabriqués sur chantier en plus de sceller automatiquement les membranes pare-vapeur et pare-intempérie. De cette manière, le système permet une industrialisation plus complète des murs à ossature bois tout en permettant un processus de contrôle qualité intégré, et ce, de l'usine jusqu'à la livraison du bâtiment. Supporté par un projet de recherche au sein du

CIRCERB de l'Université Laval, ce système propose ainsi une enveloppe du bâtiment thermiquement efficace tout en ayant la possibilité de réduire les infiltrations d'air, responsables d'approximativement 30 [3] jusqu'à 50% [4] des pertes thermiques d'un bâtiment. Ce principe peut donc offrir une performance énergétique des bâtiments accrue, un coût de fabrication moindre, une capacité d'exportation plus intéressante, une réduction du temps passé sur chantier et une utilisation plus importante des systèmes préfabriqués en bois dans la construction non résidentielle et multifamiliale. D'ailleurs, suivant la mise en œuvre réussie du prototype résidentiel, ce système a également été développé structuralement pour permettre son intégration au sein de bâtiments multiétagés comme il a été conceptualisé dans ce projet GES.



Figure 2 - Les murs totalement préfabriqués du projet SOKIO

Le bâtiment construit tel que décrit dans le Protocole [5] est ici une modélisation complète d'un bâtiment de 6 étages en ossature bois incorporant les éléments novateurs de la solution innovante telle que la liaison structurale interétage des murs extérieurs. Le bâtiment de 1003 mètres carrés de superficie par étage et 6020 mètres carrés totaux est un projet fictif multirésidentiel. Ce bâtiment, présenté à la figure 3, contient 24 unités de type 4 1/2, 12 unités de type studio et 12 unités de type 3 1/2. En somme, il y a donc 48 unités totales pour 8 unités par étage.



Figure 3 - Modélisation complète du projet SOKIO incorporant les détails de la solution innovante

1.4 Description et justification du scénario de référence

Afin de respecter pleinement les exigences en termes de comparabilité du scénario de référence et du scénario « construit », OIKOS Construction a été en mesure de solliciter ces partenaires pour générer une modélisation complète ayant la même architecture, le même aménagement intérieur, la même géométrie, la même superficie au plancher et le même nombre d'étages que le bâtiment « construit », et ce, pour répondre à la même fonction soit celle d'un bâtiment résidentiel. Étant entrepreneur dans le domaine de la construction au sein de la région de Québec, OIKOS Construction a aussi le bagage pour évaluer les possibles scénarios de référence en termes de structure.

Étant bien consciente du Protocole, l'entreprise s'est penchée sur le dossier en réalisant rapidement qu'une solution en béton avec armature d'acier était très facile à implanter. En fait, l'entreprise compte déjà à son actif plusieurs bâtiments avec cette structure et a ainsi développé une certaine expertise avec ce matériau. De plus, l'entreprise collabore aussi souvent avec des ingénieurs en structure travaillant également avec cette structure. Dans un ouvrage multirésidentiel sur 6 étages comme il est présenté, l'option béton est très souvent utilisée comme elle offre une uniformité sur la structure du bâtiment, de bonnes performances acoustiques, de bonnes performances structurales et de bonnes performances vis-à-vis les événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, et autres).

Tableau 1 : Test de barrières pour la sélection d'un scénario de référence

Obstacles	Option 1 Projet de construction SOKIO (projet GES)	Option 2 Scénario de référence Matériaux en béton
Règlementaire	Obstacle mineur : L'ingénieur en structure associé au projet devra considérer certains éléments non conventionnels pour l'assemblage des murs porteurs extérieurs.	Aucun obstacle
Pratique courante	Obstacle : Certaines applications d'utilisation du bois dans les bâtiments de plus de 3 étages sont peu répandues	Aucun obstacle
Financier	Aucun obstacle : La technologie SOKIO utilise l'ossature bois conventionnelle comme murs porteurs impliquant des coûts peu importants.	Aucun obstacle
Technologique	Obstacle mineur : Performance technique peu connue, mais validée à l'aide de projets de recherche universitaire.	Aucun obstacle
Ressources humaines	Obstacle : Nécessite des connaissances et compétences techniques spécifiques.	Aucun obstacle. Technique maîtrisée par l'entreprise Oikos Construction et les ingénieurs collaborateurs
Infrastructure	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Culturel, géographique, climatique	Aucun obstacle	Aucun obstacle
Marché	Obstacle : Certains produits sont plus difficiles à obtenir tel que le bois d'ingénierie.	Aucun obstacle
Institution, perception du public	Obstacle mineur : Perception que les matériaux sont moins solides ou plus sensibles à des événements perturbateurs (feu, infiltration d'eau, et autres)	Aucun obstacle

Également considéré comme un facteur d'influence dans le projet GES, la hauteur libre nette des bâtiments est la même, soit 8' (2 439mm) tel que conventionnelle dans les bâtiments multirésidentiels conventionnels. Bien sûr, tel que le protocole le mentionne, la hauteur entre les étages est par contre différente comme la composition des éléments des deux bâtiments est différente (dalle de béton versus poutrelles en bois).

Du côté structural, comme stipulé par la lettre en annexe de M. François Leprince, le dimensionnement conceptuel a été possible en tenant compte des contraintes structurales émises

par le CNB 2015 et le CCQ. Le tableau 2 découle de ces contraintes structurales et a été déterminé par M. Leprince.

Tableau 2 - Charges structurales considérées pour les bâtiments modélisés

Toit	DADD	1	kPa
	LIVE	1	kPa
	S	3,48	kPa
	Murs extérieurs	1,5	kPa

Planchers	DADD	1,5	kPa
	LIVE, aires résidentielles	1,9	kPa
	LIVE, aires communes	4,8	kPa
	Murs extérieurs	1,5	kPa

Suivant les directives de notre correspondant au Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), une attention particulière a été octroyée pour une analyse structurale indépendante vis-à-vis les fondations des deux bâtiments. Il existe effectivement des nuances structurales importantes en termes de poids gravitaire et de stabilité sismiques pour les deux bâtiments. Suivant ces considérations, une réduction du volume des fondations du bâtiment en ossature bois est possible et a été notée dans la quantification des matériaux telle que présentée à la section 1.5 de ce rapport.

Également, stipulé à la section 4.2 du Protocole, comme le bâtiment « construit » dans ce projet GES a une structure primaire en ossature bois, il est demandé d'ajouter des murs de remplissages au scénario de référence par souci de comparabilité. C'est dans cette mesure que les murs extérieurs du bâtiment de référence, qui respectent les mêmes dimensions que le bâtiment « construit », ont été ajoutés à la quantité des matériaux.

De plus, comme cette modélisation est de plus de 3 étages, elle doit pouvoir se conformer à la sous-section 3.2.2 de la division B du Code de Construction du Québec [6] qui requiert une construction incombustible. En ce sens, à l'image de la structure primaire en béton armé qui se veut une structure incombustible, les murs extérieurs d'ossature doivent faire de même. C'est pourquoi les murs extérieurs quantifiés au sein du tableau des quantités de matériaux sont en ossature métallique. Également, comme discuté avec nos correspondants chez Cecobois, le gypse extérieur de type X, communément appelé Densglass, n'est pas proposé dans le tableau des quantités proposé par le MFFP. C'est pourquoi il a été nécessaire de proposer une valeur de « kg de CO2 équivalent ». Convenant au principe de « cradle-to-gate- » pour l'analyse de cycle de vie des produits, une fiche technique distribuée par le « Gypsum Association » [7] a permis d'obtenir une valeur de 503.9 kg CO2 eq pour un panneau de 5/8" de gypse extérieur type X de 92.9 mètres carrés. Il était possible alors de convertir cette mesure avec la surface de murs extérieurs du bâtiment de référence.

1.5 Données du projet GES

Tableau 3 - Informations sur le projet GES

Nom du projet :	SOKIO
Type de bâtiment :	Habitation (multiétagées, logements sociaux, auberges, etc.)
Nombre d'étages :	6
Superficie au sol (m²) :	6019,8
Superficie totale de plancher (m²) :	1003,3
Description sommaire du bâtiment réalisé :	Le bâtiment construit tel que décrit dans la norme ISO 14064 est ici une modélisation complète d'un bâtiment de 6 étages en ossature bois incorporant les éléments de la solution innovante situé dans la région de Québec. Ce bâtiment contient 24 unités de type 4 1/2, 12 unités de type studio et 12 unités de type 3 1/2. En somme, il y a donc 48 unités totales pour 8 unités par étage.
Description de la structure du bâtiment :	Ce bâtiment d'ossature bois se compose de poutres, colonnes, poutrelles et murs à ossature porteurs. Les murs porteurs intérieurs constituent également des murs de refend pour les charges latérales du bâtiment. La cage d'escalier en béton permet également de reprendre une partie des charges latérales. La fondation est complètement en béton avec une dalle sur sol et une dalle structurale au RDC. La vérification de la structure a été réalisée en tenant compte des charges présentées au tableau 3.
Description du scénario de référence :	Le scénario de référence est également une modélisation complète. Le bâtiment modélisé intégralement en béton est une copie conforme de l'aménagement proposé par le bâtiment d'ossature bois.
Description de la structure du scénario de référence : (incluant une justification des hypothèses, s'il y a lieu)	La structure du scénario de référence provient d'une modélisation et d'un prédimensionnement provenant des charges présentées au Tableau 3. Ce bâtiment présente donc une structure standard de béton comportant des dalles structurales, des colonnes avec leur empattement, des murs de refend avec leur radier, des murs de fondation avec semelles filantes et une cage d'escalier.

Tableau 4 - Quantités de matériaux du projet « construit »

Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
Béton 35 MPa	312	m³	Modèle 3D	Dimensionnement conceptuel
Béton 30 MPa	1382	m³	Modèle 3D	Dimensionnement conceptuel
Béton 25 MPa	98	m³	Modèle 3D	Dimensionnement conceptuel
Barres d'armature	144	t	Note de calculs	Dimensionnement conceptuel
Béton 35 MPa	87	m³	Modèle 3D	<i>Cage d'ascenseur</i> - Dimensionnement conceptuel
Barres d'armature	12	t	Note de calculs	<i>Cage d'ascenseur</i> - Dimensionnement conceptuel
Poutres et colonnes				
LVL	37	m³	Modèle 3D	<i>Poutres et colonnes</i>
Plaques d'acier minces	264	kg	Note de calculs	<i>18 gauge</i> - Fournisseur
Clous	47	kg	Note de calculs	Fournisseur
Planchers				
Poutrelle en I	5041	m. lin.	Plans et devis	Dimensionnement conceptuel
Bois d'œuvre	123	m³	Note de calculs	<i>Semelles en ossature bois MSR</i>
OSB	54	m³	Note de calculs	<i>Âme en OSB</i>
Contreplaqué	89	m³	Modèle 3D	
Clous	789	kg	Note de calculs	<i>Prescrit par ingénierie</i>
Toiture				
Poutrelle ajourée	1434	m. lin.	Plans et devis	Dimensionnement conceptuel
Poutrelle en I	208	m. lin.	Plans et devis	Dimensionnement conceptuel
Bois d'œuvre	13	m³	Plans et devis	<i>Semelles en ossature bois MSR</i>

<i>Bois d'œuvre</i>	19	<i>m³</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>Semelles en ossature bois SPF</i>
<i>OSB</i>	0	<i>m³</i>	<i>Plans et devis</i>	<i>0,4 mètres cubes d'OSB pour l'âme des poutrelles en I</i>
<i>Plaques d'acier minces</i>	173	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Plaques Mitek pour poutrelles de 18 ga</i>
<i>Plaques d'acier minces</i>	1403	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Plaques Mitek pour poutrelles de 20 ga</i>
<i>Contreplaqué</i>	15	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	
<i>Clous</i>	157	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Prescrit par ingénierie</i>
Murs extérieurs				
<i>PSL</i>	18	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	<i>Sablère et lisse en LSL</i>
<i>OSB</i>	24	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	
<i>Bois d'œuvre</i>	29	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	<i>Montant en SPF</i>
<i>Bois d'œuvre</i>	7	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	<i>Montant en bois d'œuvre MSR</i>
<i>Clous</i>	393	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Prescrit par ingénierie</i>
<i>Vis, écrous et boulons</i>	1527	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Prescrit par ingénierie</i>
Murs intérieurs				
<i>PSL</i>	24	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	<i>Sablère et lisse en LSL</i>
<i>OSB</i>	100	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	
<i>Bois d'œuvre</i>	65	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	<i>Montant en SPF</i>
<i>Bois d'œuvre</i>	16	<i>m³</i>	<i>Modèle 3D</i>	<i>Montant en bois d'œuvre MSR</i>
<i>Clous</i>	752	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Prescrit par ingénierie</i>
<i>Vis, écrous et boulons</i>	990	<i>kg</i>	<i>Note de calculs</i>	<i>Prescrit par ingénierie</i>

Tableau 5 - Quantités de matériaux du projet 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 35 MPa	447	m³	Plans et devis	Dimensionnement conceptuel
Béton 30 MPa	1442	m³	Plans et devis	Dimensionnement conceptuel
Béton 25 MPa	98	m³	Plans et devis	Dimensionnement conceptuel
Barres d'armature	165	t	Note de calculs	Dimensionnement conceptuel
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	216	m³	Modèle 3D	
Barres d'armature	49	t	Note de calculs	
Planchers				
Béton 35 MPa	1491	m³	Modèle 3D	
Barres d'armature	134	t	Note de calculs	
Toiture				
Béton 35 MPa	249	m³	Modèle 3D	
Barres d'armature	112	t	Note de calculs	
Murs extérieurs				
Montant métallique	10	t	Fournisseurs	Murs de remplissage
Vis, écrous et boulons	270	kg	Note de calculs	
Autres	32	m2	Modèle 3D	10821,53 kg CO2 equ. Le Densglass est le matériau utilisé ici, voir Rapport de projet GES pour la description complète
Murs intérieurs				
Béton 35 MPa	126	m³	Modèle 3D	
Barres d'armature	22	t	Note de calculs	

Tableau 6 - M³ de bois au sein du projet « construit »

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m³)
632

2. Quantification des émissions de GES

Les rapports générés par CECOBOIS de quantification des émissions de GES par systèmes constructifs du projet construit et de son scénario de référence sont présentés à l'Annexe B. Suivant ce même principe, le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES du projet construit en comparaison à son scénario de référence est également placé à l'Annexe B.

Tableau 7 - Portrait des émissions de GES du projet « construit » et de référence

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE (kg éq. CO₂)	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT (kg éq. CO₂)	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES (kg éq. CO₂)
1 892 009	880 887	1 011 122

3. Annexes

Annexe A – Lettre des estimateurs de quantités de matériaux (Section 6.1 du protocole)

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

**Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les
solutions innovantes en bois**

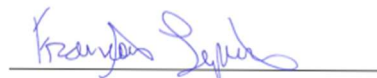
**PVT29 – Système constructif innovant de murs préfabriqués pour la
construction étagée en ossature légère**

Je, soussigné François Leprince, ing., M. Sc., atteste par la présente que :

Je certifie que, pour le scénario de référence retenu, les types et quantités de matériaux ont été obtenus à partir d'un dimensionnement conceptuel de la structure du bâtiment. Ce dimensionnement a été possible avec une modélisation conceptuelle tout en considérant les contraintes structurales émises par le CNB 2015 et CCQ. Ce dimensionnement permet une récolte des données respectant le niveau de précision attendu, et ce, à l'aide d'une méthode d'estimation sommaire. Le type de structure esquissé dans le scénario de référence, soit en béton avec barres d'armature d'acier, est un type de structure couramment utilisé dans la pratique. Il est important de mentionner que les informations et documents transmis sont à l'usage exclusif du projet de recherche et ne doivent en aucun cas être construits.

Signé à Québec

Le 15 mars 2022



François Leprince, ing., M. Sc.

Chargé de projet / Bâtiment – Structure / CIMA+

Figure 4 - Lettre signée François Leprince - Cima+ - Bâtiment de référence

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

**Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les
solutions innovantes en bois**

**PVT29 – Système constructif innovant de murs préfabriqués pour la
construction étagée en ossature légère**

Je, soussigné Alexandre Bisson, ing., atteste par la présente que :

Je certifie que, pour le scénario de référence retenu, les types et quantités de matériaux ont été obtenus à partir d'un dimensionnement conceptuel de la structure du bâtiment. Ce dimensionnement a permis une récolte des données respectant le niveau de précision attendu de 80%, et ce, à l'aide d'une méthode d'estimation sommaire. Le type de structure esquissé dans le scénario de référence, soit en béton avec barres d'armature d'acier, est un type de structure couramment utilisé dans la pratique. Il est important de mentionner que les informations et documents transmis sont à l'usage exclusif du projet de recherche et ne doivent en aucun cas être construits. Je certifie également que les renseignements fournis et tous documents transmis, tels que le tableau des quantités de matériaux présentés à la section 1.5 du Rapport GES, sont complets et exacts.

Signé à Québec

Le 24 mai 2022



Alexandre Bisson, ing.,

Directeur Construction / Oikos Construction

Figure 5 - Lettre signée Alexandre Bisson - Oikos Construction - Bâtiment de référence

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

**Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les
solutions innovantes en bois**

**PVT29 – Système constructif innovant de murs préfabriqués pour la
construction étagée en ossature légère**

Je, soussigné Pierre-Yves Charest, ing., atteste par la présente que :

Je certifie que, pour le scénario intégrant le système innovant développé, les types et quantités de matériaux ont été déterminés à partir d'un dimensionnement conceptuel de la structure du bâtiment. Ce dimensionnement a été possible avec une modélisation conceptuelle complète tout en considérant les contraintes structurales émises par le CNB 2015 et CCQ. Ce dimensionnement permet une récolte des données respectant le niveau de précision attendu de 80%, et ce, à l'aide d'une méthode d'estimation sommaire. Il est important de mentionner que les informations et documents transmis sont à l'usage exclusif du projet de recherche et ne doivent en aucun cas être construits. Je certifie également que les renseignements fournis et tous documents transmis, tels que le tableau des quantités de matériaux présentés à la section 1.5 du Rapport GES, sont complets et exacts.

Signé à Québec

Le 24 mai 2022

**Pierre-Yves
Charest**  Signature numérique de
Pierre-Yves Charest
Date : 2022.05.24
16:04:53 -04'00'

Pierre-Yves Charest, ing.

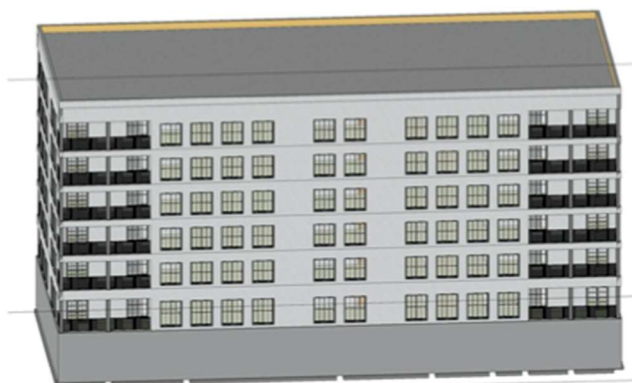
Président-Directeur général Oikos Construction

Figure 6 - Lettre signée Pierre-Yves Charest - Oikos Construction - Bâtiment « construit »

Annexe B – Rapport complet fourni par CECOBOIS (Protocole Section 7.0)



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



Crédit photo : OÏKOS Construction

Bâtiment étudié : Système mural SOKIO

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

Client : OÏKOS Construction
580, rue Marius-Fortier
Québec, QC, G1C 0N4

Étude réalisée par : Rosaline Larivière-Lajoie, CPI

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 1 avril 2022

Forêts, Faune
et Parcs
Québec



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.

OÏKOS Construction a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment utilisant le système mural SOKIO, pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de solutions innovantes ». Basée les informations fournies par **OÏKOS Construction**, l'analyse des GES a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat en date du 24 mars 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 du **OÏKOS Construction**.

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 bâtiment retenu, soit le bâtiment utilisant le système mural SOKIO, en le comparant avec un scénario de référence.

3 Méthodologie

La quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure du bâtiment est réalisée en le comparant avec un scénario de référence à l'aide d'une analyse Gestimat.

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

3.1 Gestimat

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

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

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

Dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois, les quantités de matériaux du bâtiment retenu 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 OÏKOS Construction.

3.2 Limitations de l'analyse Gestimat

Gestimat permet de quantifier, d'analyser et de comparer les émissions de GES dues à la fabrication des matériaux (du berceau à la porte de l'usine, c'est-à-dire fabriqué et prêt pour l'expédition) de différents scénarios comparables de structure de bâtiment.

Les émissions de GES sont quantifiées en multipliant les quantités de matériaux aux facteurs d'émissions de GES propres à chacun de ces matériaux. Ces facteurs d'émissions de GES, fournis par le CIRAD, sont tirés de ses bases de données d'inventaire de cycle de vie. Les émissions de GES liées aux étapes du cycle de vie du bâtiment autre que celle de la fabrication, telles que le pré-usinage en préfabrication, la construction, l'exploitation, le transport des matériaux et la fin de vie, ne font pas partie de la portée de l'outil.

3.3 Bâtiment retenu – Système mural SOKIO

Le bâtiment retenu est un scénario conceptuel modélisé expressément pour les besoins de démonstration dans le cadre du PVT. De type habitation, ce bâtiment de 6 étages comptant 24 unités de logement a été conçu pour la région de Québec. Il se compose principalement d'une structure en ossature légère en bois incorporant le système mural SOKIO, une nouvelle solution innovante. Sa superficie au sol et sa superficie totale de planchers sont respectivement de 1 033 m² et de 6 196 m².

Le bâtiment comprend des fondations, une dalle sur sol et une dalle structurale au rez-de-chaussée en béton armé. Les planchers sont composés de poutrelles en I avec un sous-plancher en contreplaqué et la toiture, d'un système de fermes de toit à bassins avec panneau de support en contreplaqué. Les murs extérieurs et les murs intérieurs porteurs et les murs de refend sont en ossature légère en bois recouverts de panneaux en OSB. La cage d'escalier, qui reprend une partie des charges latérales, est en béton armé.

Les quantités de matériaux de structure pour le bâtiment retenu ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par **OÏKOS Construction** (Annexe 1).

3.4 Scénario de référence

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

Tout comme le bâtiment retenu, le scénario de référence comprend des fondations, une dalle sur sol et une dalle structurale au rez-de-chaussée en béton armé. Les fondations ont été adaptées en fonction des charges de la structure en béton armé. Ce scénario est constitué d'une structure standard de béton armé comportant des dalles structurales, des colonnes, des murs de refend et une cage d'escalier. Les murs de remplissage extérieurs sont en ossature légère en acier recouvert de panneaux en Densglass. Les murs intérieurs ont été exclus de l'analyse puisqu'ils sont non structuraux.

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

3.5 Rôles et responsabilités

Dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois, Cecobois a été mandaté par **OÏKOS Construction** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment retenu, le **bâtiment utilisant le système mural SOKIO**, 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 bâtiment retenu ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par **OÏKOS Construction**. La qualité, l'exactitude et la conformité à ISO 14064-2 de ces données demeurent la responsabilité de l'entreprise qui les a fournies, et n'ont pas été validées par Cecobois.

La vérification du rapport d'analyse par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, reste également la responsabilité de **OÏKOS Construction**.

4 Résultats et analyse

4.1 Bâtiment retenu – Système mural SOKIO

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment retenu sont estimées à 880 887 kg éq. CO₂, soit 142 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

Les fondations en béton armé représentent environ 85 % des émissions de GES associées à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment, soit 744 857 kg éq. CO₂. Les murs extérieurs porteurs en ossature légère en bois et les poutres et colonnes sont responsables de 3 % des émissions de GES totales, soit 24 247 kg éq. CO₂. Les planchers et la toiture également en ossature légère en bois sont responsables respectivement de 3 % et de 1 % des émissions de GES totales, soit pour un total de 38 323 kg éq. CO₂. Les murs de cage d'escalier en béton armé et les murs de refend intérieurs en ossature légère en bois sont responsables de 8 % des émissions de GES totales, soit 73 460 kg éq. CO₂.

En comparant les matériaux, le béton qui compose les fondations et les murs de cage d'escalier représente la majorité des émissions de GES du scénario, soit 67 %. L'acier quant à lui représente 24 % de ces émissions, dont la majorité de ces émissions sont dues aux barres d'armature, tandis que le bois des planchers, de la toiture et des murs représente 9 % des émissions de GES totales (figure 1).

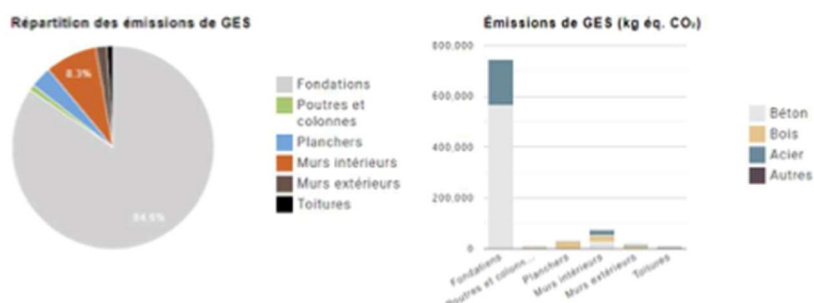


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du bâtiment retenu

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment retenu sont estimées à 1 892 009 kg éq. CO₂, soit 305 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Les fondations en béton armé sont responsables de 44 % des émissions de GES totales associées à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment, soit 831 117 kg éq. CO₂. Les poutres et les colonnes en béton armé sont responsables de 7 % des émissions de GES totales, soit 126 175 kg éq. CO₂. Les dalles en béton armé des planchers et de la toiture sont responsables respectivement de 33 % et de 11 % des émissions de GES totales, soit 617 376 kg éq. CO₂ et 216 312 kg éq. CO₂. Les murs intérieurs en béton armé, qui composent les murs de refend et les cages d'escaliers, sont responsables de 3 % des

émissions de GES totales, soit 65 696 kg éq. CO₂. Les murs extérieurs en montants métalliques sont responsables de 2 % des émissions de GES totales, soit 35 333 kg éq. CO₂.

En termes de contribution de l'ensemble des matériaux du scénario de référence, l'acier est responsable de 34 % des émissions de GES totales de ce scénario, dont la majorité de ces émissions est dû aux barres d'armatures. Le béton est quant à lui responsable de 66 % des émissions de GES totales (figure 2).

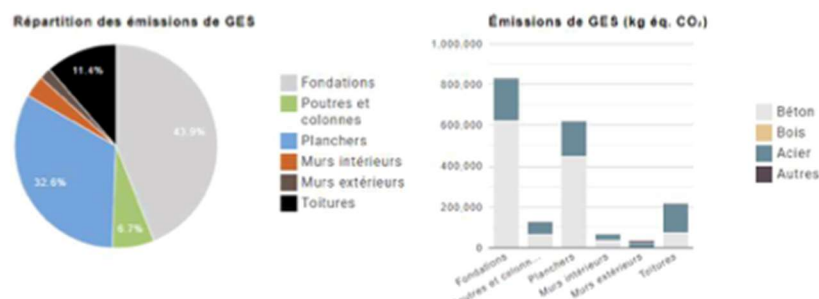


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le bâtiment retenu amène une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 1 011 122 kg éq. CO₂, qui représente une réduction de 163 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, soit une diminution de 53 % par rapport au scénario de référence. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5.

La différence entre les scénarios est attribuable principalement au type de structure utilisé, soit une structure majoritairement en bois pour le bâtiment retenu comparativement à une structure en béton armé pour le scénario de référence.

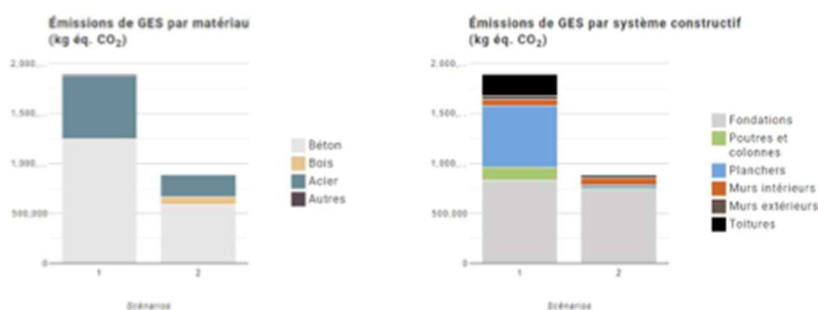


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence (1) et du bâtiment retenu (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecobois a été mandaté par **OïKOS Construction** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment retenu, **qui utilise le système mural SOKIO**, en le comparant avec un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet retenu, ainsi que pour le scénario de référence, ont été fournies par **OïKOS Construction**. 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 24 mars 2022, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment retenu sont estimées à 880 887 kg éq. CO₂, soit 142 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher, alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 1 892 009 kg éq. CO₂, soit 305 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

Selon ces données, le bâtiment retenu entraîne **une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 1 011 122 kg éq. CO₂**, soit une réduction de 163 kg éq. CO₂/m² de superficie totale de plancher.

La vérification du rapport d'analyse par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, demeure la responsabilité de **OïKOS Construction**.

Annexe 3

Rapport Gestimat – Bâtiment retenu

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



Scénario : Système mural SOKIO

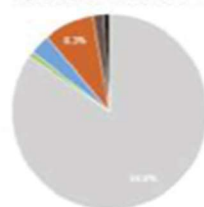
Nom du projet : PVT_OIKOS
 No du projet :
 Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

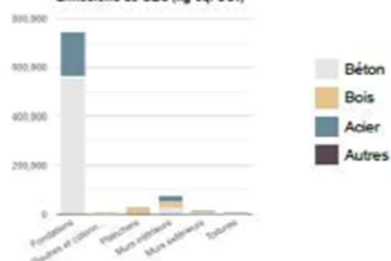
		Matériaux				Total GES	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	502 011	0	182 840	0	744 857	84.6
	Poutres et colonnes	0	7 434	761	0	8 194	0.9
	Planchers	0	28 270	1 698	0	29 968	3.4
	Murs intérieurs	26 010	27 284	20 166	0	73 460	8.3
	Murs extérieurs	0	10 459	5 504	0	16 053	1.8
	Toitures	0	4 090	4 265	0	8 355	0.9
	Total GES	588 021	77 536	215 329	0	880 887	100
%		66.8	8.8	24.4	0	100	
GES par m ²		94.9	12.5	34.8	0	142	

Superficie totale de plancher (m²): 6 190

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version :

Dernière modification de l'analyse : 2022-03-24
 Génération du rapport : 2022-03-24

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



Scénario : Scénario de référence - Béton

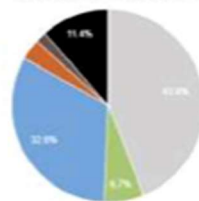
Nom du projet : PVT_OIKOS
 No du projet :
 Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

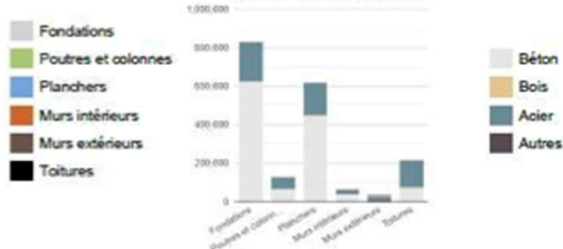
		Matériaux				Total GES	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	621 897	0	209 220	0	831 117	43.9
	Poutres et colonnes	64 677	0	61 408	0	126 085	6.7
	Planchers	447 210	0	170 166	0	617 376	32.6
	Murs intérieurs	37 800	0	27 806	0	65 606	3.5
	Murs extérieurs	0	0	24 512	10 822	35 333	1.9
	Toitures	74 550	0	141 762	0	216 312	11.4
	Total GES	1 246 134	0	635 054	10 822	1 892 009	100
%		65.9	0	33.6	0.6	100	
GES par m ²		201	0	102	1.7	305	

Superficie totale de plancher (m²): 6 190

Répartition des émissions de GES



Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Version :

Dernière modification de l'analyse : 2022-03-24
 Génération du rapport : 2022-03-24

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

INFORMATIONS DU PROJET			
Nom du projet	PVT_OIKOS	Type de projet	Construction neuve
No du projet		Type de bâtiment	Habitation (multétagées, logements sociaux, auberges, etc.)
Province	Québec		
Municipalité	Beauport		
Région administrative	Capitale-Nationale	Nombre d'étages	6
Année prévue	2021	Superficie au sol (m²)	1 033
Budget prévu		Superficie totale (m²)	6 196
		Version de l'analyse	

Description / Notes :

SCÉNARIOS ANALYSÉS			
	Nom	Total GES (kg éq. CO ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Scénario de référence - Béton	1 892 009	
Scénario 2	Système mural SOKIO	880 887	

SCÉNARIO RETENU		
	Type de structure	Émissions de GES estimées
(RÉFÉRENCE) Scénario 1	Béton	1 892 009
(RETENU) Scénario 2	Ossature légère en bois	880 887
Émissions de GES évitées		1 011 122

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		6	7
Fondations	m³ béton armé		
Poutres et colonnes	m³ béton armé	216	
	m³ bois		
	tonne acier		
Planchers	m² de planchers	1	
Murs intérieurs	m² de murs	1	1
Murs extérieurs	m² de murs		
Toitures	m² de toitures	1	

VALIDATION DES SCÉNARIOS

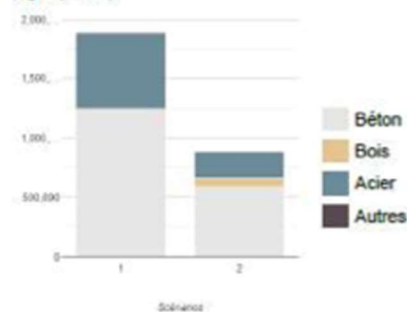
	Scénario complété	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	X	
Scénario 2	X	

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

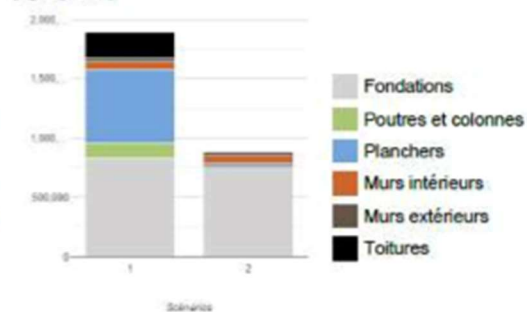
COMPARAISON DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2
GES par matériau		(kg éq. CO ₂)	
 Béton		1 246 134	588 021
 Bois			77 536
 Acier		635 054	215 329
 Autres		10 822	
GES par système constructif		(kg éq. CO ₂)	
 Fondations		831 117	744 857
 Poutres et colonnes		126 175	8 194
 Planchers		617 376	29 968
 Murs intérieurs		65 696	73 460
 Murs extérieurs		35 333	16 053
 Toitures		216 312	8 355
Total GES	(kg éq. CO ₂)	1 892 009	880 887
GES par m ²	(kg éq. CO ₂)	305	142

Émissions de GES par matériau
(kg éq. CO₂)



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



Annexe C – Rapport du vérificateur après la vérification suivant la norme ISO 14064-3 (Section 9.0 du Protocole)



**RAPPORT DES ACTIVITÉS DE VALIDATION DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS DE GES
DES MATÉRIAUX DE STRUCTURE DU PROJET DE CONSTRUCTION D'OÏKOS
CONSTRUCTION DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE VITRINE TECHNOLOGIQUE
POUR LES BÂTIMENTS ET LES SOLUTIONS INNOVANTES EN BOIS**

Pour :

OÏKOS CONSTRUCTION

Monsieur Étienne Julien

Chargé de projet

580 Marius-Fortier

Québec (Québec) G1C 0N4

Téléphone : 418 204-2531, poste 7107

etienne.julien@oikosconstruction.ca

Par :

ENVIRO-ACCÈS INC.

268, rue Aberdeen, bureau 204,

Sherbrooke (Québec) J1H 1W5

Téléphone : 819-823-2230

Télécopieur : 819-823-6632

www.enviroaccess.ca

7 juin 2022

Avis de validation

Aux gestionnaires de : **OÏKOS CONSTRUCTION**

Enviro-access inc. (Enviro-access) a été retenue par OÏKOS Construction afin de valider, en tant que tierce partie indépendante, le rapport de quantification des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure (Déclaration GES) attendues pour son projet de système constructif de murs préfabriqués (Projet).

Le Projet sera réalisé dans le cadre du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois* du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs MFFP). OÏKOS Construction est responsable de la préparation et de la présentation de sa Déclaration GES conformément au *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* (le Protocole). La quantité totale de réductions d'émissions de GES attendues déclarée par OÏKOS Construction pour le Projet est de 1 011 122 kg CO₂éq.

Les objectifs de la validation étaient de confirmer avec un niveau d'assurance raisonnable que la quantification des émissions de GES du Projet et du scénario de référence a été réalisé conformément aux exigences du Protocole et que la quantité des réductions d'émissions de GES attendues déclarée est exempte d'écart significatif. La portée de la validation incluait toutes les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du Projet et du scénario de référence mentionnés dans le Protocole en vigueur au moment de la tenue des activités de validation.

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

- ✓ Analyse des éléments du bâtiment du Projet en comparaison à ceux du bâtiment du scénario de référence afin de statuer sur leur équivalence fonctionnelle structurale;
- ✓ Évaluation de la liste des matériaux de structure du bâtiment du Projet et de celle du bâtiment du scénario de référence à l'aide des lettres des professionnels, ingénieurs ou architectes, afin de statuer sur la complétude et la pertinence de ces listes de matériaux dans le cadre de l'analyse comparative d'émissions de GES;
- ✓ Retraçage et traçage des données utilisées pour le calcul des réductions d'émissions de GES ;
- ✓ Évaluation du contrôle de la qualité des données fournies et identification des erreurs ;
- ✓ Évaluation de la conformité de la Déclaration GES avec les exigences du Protocole.

Les données corroborant la Déclaration GES proviennent d'estimations par des spécialistes en structures pour le Projet et le scénario de référence.

Enviro-accès conclut, avec un niveau d'assurance raisonnable, que la Déclaration GES est exempte d'écarts importants, qu'elle répond aux exigences du Protocole et que la mise en œuvre du Projet pourrait donner lieu aux réductions d'émissions associées à la fabrication des matériaux de structure déclarées par OÏKOS Construction si tous les paramètres considérés demeurent inchangés.

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



Manon Laporte
Présidente-directrice générale

Enviro-accès inc

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

Le 7 juin 2022

TABLE DES MATIÈRES

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

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats du retraçage et traçage des données	6
Tableau 2 : Sommaire des écarts résiduels constatés sur les réductions d'émissions de GES	Erreur ! Signet non défini.

ANNEXES

ANNEXE I	DÉCLARATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS
ANNEXE II	DÉCLARATION GES DU PROJET D'OÏKOS CONSTRUCTION

1. SOMMAIRE DES INFORMATIONS SUR LA VALIDATION

1.1 Information sur l'organisme de validation

Nom et coordonnées	Enviro-accès inc. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 Fax : 819-823-6632
Représentant	Manon Laporte, B.Sc., MBA <i>Présidente-directrice générale</i> mlaporte@enviroaccess.ca
Organisme d'accréditation	Conseil canadien des normes 55, rue Metcalfe, bureau 600 Ottawa (Ontario) K1P 6L5 Tél. : 613-238-3222 Fax : 613-569-7808
Numéro d'accréditation	1009-7/2
Date d'accréditation	29 juillet 2011

1.2 Information sur l'équipe de validation affectée au mandat

Validatrice en chef et experte technique	Melissa Windsor, B.ing. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 mwindsor@enviroaccess.ca
Réviseur interne	Antoine Chenail, B.Env. 268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 achenail@enviroaccess.ca

1.3 Information sur les activités de validation

Objectifs	Exprimer une opinion sur la conformité de la Déclaration GES par rapport aux exigences du <i>Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois</i> et du <i>Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments</i> (le Protocole) développé pour l'organisme Cecobois. Déterminer si l'estimation de la quantité de réductions d'émissions de GES attendues est exempte d'écarts importants.
Période de la tenue des activités	20 avril au 7 juin 2022
Niveau d'assurance	Raisonnable
Critères de validation	Exigences du Protocole en vigueur au moment de réaliser le mandat
Norme de validation	ISO 14064-3:2019 — <i>Spécifications et lignes directrices pour la vérification et la validation des déclarations des gaz à effet de serre</i>
Seuil d'importance relative	5 % du total des réductions d'émissions de GES
Sources d'émission visées	Selon les critères du Protocole
Période couverte	N/A
Conservation des documents	Tous les documents fournis initialement par OÏKOS Construction ou recueillis lors des activités de validation (photocopies, photos, notes des validateurs, fichiers électroniques, correspondances électroniques ou autres) sont conservés sous format électronique sur un serveur sécurisé ou dans un classeur à accès restreint si seulement une copie papier est disponible. L'ensemble de ces documents sera conservé pour une durée minimale de sept années. Les dossiers de validation peuvent être fournis sur demande écrite pour des motifs raisonnables et avec le consentement écrit de OÏKOS Construction.
Absence de conflits d'intérêts	Une évaluation des risques pour l'impartialité a été réalisée par l'équipe de validation afin d'évaluer les conflits d'intérêts (réels et potentiels) entre elle-même, l'organisme de validation et le promoteur du Projet. Une déclaration d'absence de conflit d'intérêts est disponible en annexe.

1.4 Information sur le projet validé

Nom de l'entreprise	OÏKOS Construction
Nom et coordonnées de la personne contact	Étienne Julien <i>Chargé de projet</i> Tél. : 418 204-2531, poste 7107 etienne.julien@oikosconstruction.ca
Infrastructures physiques, activités et technologies	Matériaux de structure de bâtiments
Informations supplémentaires	Le Projet consiste en une modélisation de la construction d'un bâtiment multirésidentiel de six étages réalisée à des fins d'analyse du système constructif de murs totalement préfabriqués qui se scellent automatiquement sur chantier.
Réductions totales déclarées pour le projet	1 011 122 kgCO ₂ éq

2. MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS DE LA VALIDATION

2.1 Examen des plans de construction et revue des sources d'émission à déclarer

Une revue des listes de matériaux de structure du bâtiment du Projet et du bâtiment du scénario de référence a été réalisée avec la collaboration du responsable de la Déclaration GES de OÏKOS Construction.

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

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

La méthodologie de quantification des réductions d'émissions attendues pour le Projet correspond aux exigences du Protocole.

2.3 Recalcul des réductions d'émissions de GES

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

2.4 Retraçage et traçage des données

Le retraçage et le traçage des données utilisées pour calculer les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure a été effectué. Pour ce faire, les quantités de chacun des matériaux utilisées dans le calcul des émissions de GES ont été comparées aux données présentées dans les attestations des professionnels confirmant les quantités de matériaux du Projet et du scénario de référence.

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

Les types de données et les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Résultats du retraçage et traçage des données

Sources d'émission de GES	Observations
Quantité de béton 35 MPa	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de béton 30 MPa	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de béton 25 MPa	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de barres d'armature	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de bois lamifié (LVL)	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de plaques d'acier minces	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de clous	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de poutrelles en I	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de bois d'œuvre	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de panneaux de lamelles orientées (OSB)	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de contreplaqué	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de poutrelles ajourées	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de bois de copeaux parallèles (PSL)	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de vis, écrous et boulons	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de montants métalliques	Aucune divergence n'a été constatée.
Quantité de matériaux autres (Densglass)	Aucune divergence n'a été constatée.

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

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

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

Enviro-acès conclut que les procédures de contrôle de la qualité des données et des calculs sont suffisantes pour les besoins de la Déclaration GES.

2.6 Révision du rapport de quantification des réductions d'émissions de GES attribuables aux matériaux de structure attendues pour le Projet

Le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure attendues pour le Projet de OïKOS Construction a été revu.

Aucune erreur n'a été identifiée.

Enviro-accès conclut que le rapport de quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure attendues pour le Projet est conforme aux exigences du Protocole.

2.7 Faits découverts après la validation

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

3. CONCLUSIONS DE LA VALIDATION

3.1 Sommaire des écarts résiduels

Aucun écart résiduel n'a été constaté.

3.2 Sommaire des non-conformités

Aucune non-conformité n'a été identifiée.

3.3 Sommaire des opportunités d'amélioration

Aucune opportunité d'amélioration n'a été identifiée.

ANNEXES

ANNEXE I DÉCLARATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS

Nom et coordonnées de l'organisme de validation



Siège social

268, rue Aberdeen, bureau 204

Sherbrooke (Québec) J1H 1W5

Tél. : 819-823-2230

Télec. : 819-823-6632

enviro@enviroaccess.ca

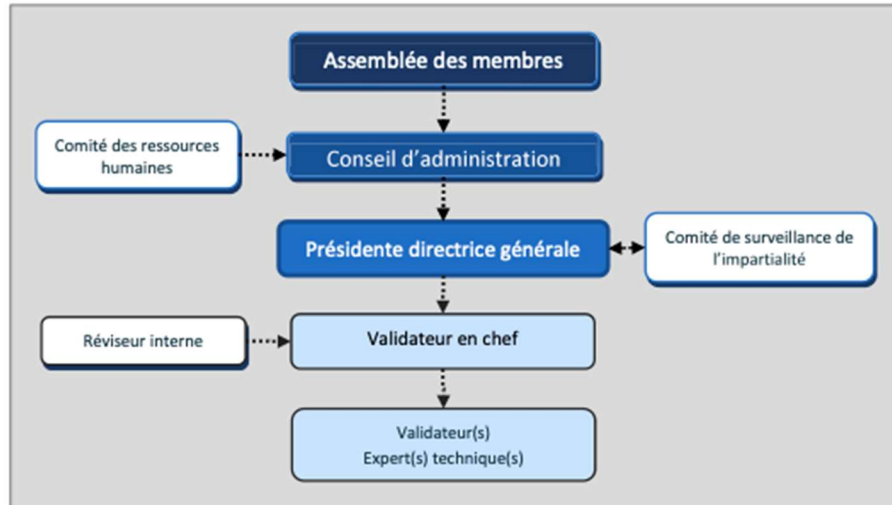
Domaines d'activités inclus à la portée de l'accréditation

Enviro-access inc. est un organisme accrédité selon la norme ISO 14065:2013 par le Conseil canadien des normes dans le cadre du Programme d'accréditation pour les gaz à effet de serre (PAGES). Le tableau suivant présente les domaines d'activités inclus à la portée de l'accréditation d'Enviro-access :

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

Organigramme de l'organisme de validation

La figure suivante présente l'organigramme pour les activités de validation d'Enviro-access :



Équipe de validation

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

Rôle	Nom	Coordonnées
Validatrice en chef et experte technique	Melissa Windsor, B.ing.	268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 mwindsor@enviroaccess.ca
Réviseur interne	Antoine Chenail, B.Env.	268, rue Aberdeen, bureau 204 Sherbrooke (Québec) J1H 1W5 Tél. : 819-823-2230 achenail@enviroaccess.ca

Attestation d'impartialité

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



Date : 7 juin 2022

ENVIRO-ACCÈS INC.

Manon Laporte, B.Sc., MBA

Présidente-directrice générale

Validatrice en chef

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



Date : 7 juin 2022

Melissa Windsor, B.ing.

Réviseur interne

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



Date : 7 juin 2022

Antoine Chenail, B.Env.

4. Bibliographie

- [1] D. Lopez and T. M. Froese, "Analysis of Costs and Benefits of Panelized and Modular Prefabricated Homes," in *Procedia Engineering*, 2016, vol. 145, pp. 1291–1297, doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.166.
- [2] T. Kalamees, Ü. Alev, and M. Pärnalaas, "Air leakage levels in timber frame building envelope joints," *Build. Environ.*, vol. 116, pp. 121–129, May 2017, doi: 10.1016/j.buildenv.2017.02.011.
- [3] M. Prignon and G. Van Moeseke, "Factors Influencing Airtightness and Airtightness Predictive Models: A Literature Review," *Energy Build.*, vol. 146, pp. 87–97, 2017, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.04.062.
- [4] M. Bell, J. Wingfield, D. Miles-Shenton, and J. Seavers, "Low carbon housing: lessons from Elm Tree Mews. Project Report.," *Joseph Rowntree Found.*, 2010.
- [5] F. Roberge, GCM Consultants, and Cecobois, "Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments," 2018.
- [6] Cecobois, "Murs extérieurs non porteurs à ossature légère en bois dans les bâtiments de construction incombustible Table des matières - Cadre réglementaire et composition des murs," 2021.
- [7] ASTM International and Gypsum Association, "An Environmental Product Declaration : An industry-wide-cradle-to-gate EPD for 1/2" and 5/8" Glass-mat Gypsum Boards," West Conshohocken, Pennsylvania, 2021.