

PROJET CONDO LE KAMÉLÉON



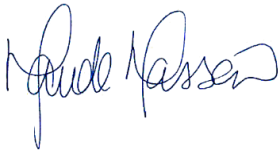
FIGURE 1 : LE KAMÉLÉON | SYNCHRO INC.

Préparé par Synchro inc.



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

Le 17 décembre 2019



Maude Masson
Synchro inc.
Responsable du projet
GES



Georges-A. N. Blouin
Synchro inc.
Responsable administratif
de l'aide financière



Georges-A. N. Blouin
Synchro inc.
Bénéficiaire de
subvention

Avec la participation financière de

Forêts, Faune
et Parcs

Québec



Fondsvert

Avis de non-responsabilité

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

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

TABLE DES MATIERES

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	3
1.1 Parties prenantes du Projet GES	3
1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction	3
1.3 Description du projet de construction	3
1.4 Description et justification du scénario de référence	5
1.5 Données du projet GES	6
1.5.1 Tableau des données du projet de construction	6
1.5.2 Tableau des données du scénario de référence	7
1.5.3 Volume total de bois dans le projet	7
2. Quantification des émissions des GES	8
3. Annexes	9
3.1 Lettre de Yvan Blouin architecte (estimateur des quantités de matériaux)	9
3.2 Rapport Gestimat par Cecobois	9

1. SOMMAIRE EXÉCUTIF ET SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

1.1 PARTIES PRENANTES DU PROJET GES

- Bénéficiaire de subvention : Synchro inc.
- Responsable administratif de l'aide financière : Georges-A. N. Blouin, Synchro inc.
- Responsable – Rapport du projet GES : Maude Masson, Synchro inc.
- Responsable des estimations de quantités de matériaux :
 - Projet construit : Yvan Blouin, Architecte, Yvan Blouin Architecte
 - Scénario de référence : Yvan Blouin, Architecte, Yvan Blouin Architecte
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Yannick Lessard, ing., Cecobois

1.2 TITRE ET LIEU DE RÉALISATION DU PROJET DE CONSTRUCTION

Le Kaméléon est situé au 20 boul Charest Ouest, au croisement des quartiers Saint-Sauveur et Saint-Roch, à Québec.

1.3 DESCRIPTION DU PROJET DE CONSTRUCTION

Le Kaméléon comporte 6 étages et son aire est d'environ 13 500 pieds carrés. Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½'' (niveaux 2 à 6). Le rez-de-chaussée se divise, quant à lui, en 3 locaux commerciaux de tailles allant de 2300 pieds carrés à 6000 pieds carrés. Le projet comporte également 2 étages souterrains qui accueillent des stationnements, des locaux de rangements et les salles mécaniques. Enfin, une terrasse et une salle d'entraînement ont été aménagées au niveau 6 pour l'usage exclusif des occupants (commerciaux et résidentiels).

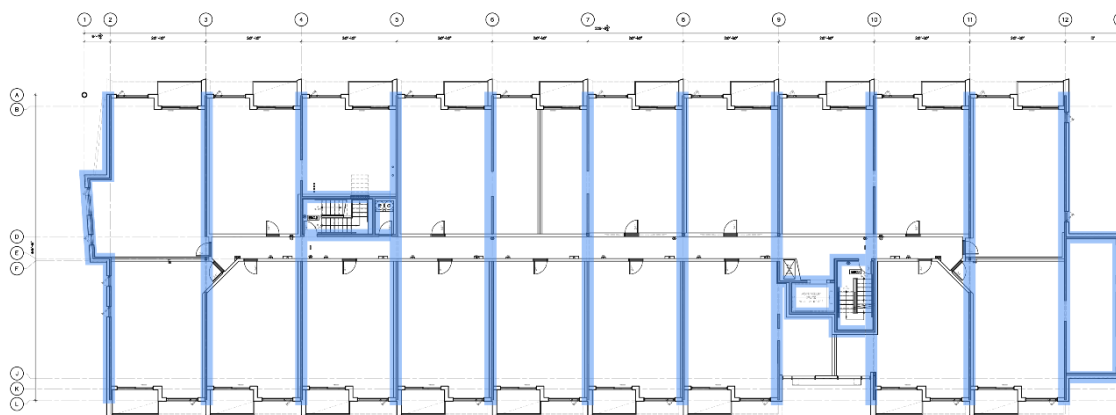


FIGURE 2 : PLAN DU NIVEAU 2 AVEC MURS CLT EN BLEU | YVAN BLOUIN ARCHITECTE

Au niveau de la construction, les 2 niveaux de stationnements souterrains ainsi que le rez-de-chaussée sont faits d'une structure de béton armé. Ensuite, une structure hybride comprenant des planchers en poutrelles d'acier composite avec une dalle de béton mince (4 pouces) se déploie du niveau 2 jusqu'aux éléments porteurs du toit. Pour

supporter les planchers, les murs porteurs sont faits de bois massif de type CLT (Figure 2). Ces murs porteurs sont disposés selon une trame d'environ 21 pieds ce qui crée des cellules dans le projet (ces murs sont également les murs mitoyens entre chaque cellule). Au total, le projet comporte 94 cellules.

Le projet se démarque également par rapport à l'utilisation du CLT dans un immeuble résidentiel de 6 étages. Les constructions en bois massif allant jusqu'à 6 étages, faisant maintenant partie de l'édition 2010 du Code de Construction du Québec (CCQ 2010) pour les groupes résidentiels et mixtes, Le Kaméléon est donc un précédent notable quant aux solutions d'assemblage entre les différents matériaux.

L'intégration du bois CLT permet à la fois de supporter les planchers mais ajoute également une originalité et une plus-value au projet. En effet, il a été démontré que l'exposition du bois est bénéfique pour le bien-être des occupants. La hauteur des plafonds a également été rehaussée à 9 pieds afin de bien permettre au bois de prendre toute la place qui lui revient. L'exposition du bois se révèle donc comme une vérité architecturale plutôt qu'un aspect seulement décoratif (Figure 3).

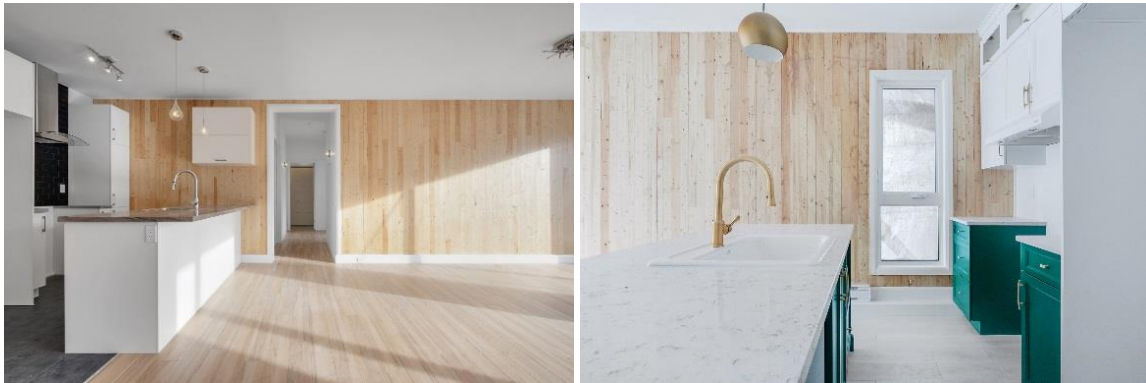


FIGURE 3 : UNITÉS INTÉRIEURES AVEC MUR DE CLT APPARENT | SYNCHRO INC.

À partir du niveau 2, le système structural repose donc sur deux composantes. D'abord, les pièces verticales en panneaux de CLT qui agissent comme murs porteurs et intègrent les cages d'escalier et la gaine ascenseur, sans aucune colonne. Ensuite, les pièces horizontales qui sont les poutrelles de plancher de type Vescom. Ce système est composé de poutrelles d'acier supportant un pontage d'acier et une mince dalle de béton. Étant donné que toutes les poutrelles sont fixées aux murs de CLT, cela ne requiert aucune colonne.

1.4 DESCRIPTION ET JUSTIFICATION DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Pour fin de comparaison, il est convenu que les aménagements des 2 niveaux de stationnements au sous-sol ainsi que les espaces commerciaux au rez-de-chaussée sont aménagés et construits tel que le projet construit. Ce faisant, les 3 niveaux inférieurs sont exclus de l'analyse.

Le scénario de référence est donc un bâtiment d'une architecture identique au projet construit à l'exception que :

1. sa structure est totalement en béton soit : une dalle de 200mm sur colonnes alignées avec celles des étages inférieurs ;
2. la hauteur totale est légèrement moindre (1,2 m de moins) dû à l'amincissement des épaisseurs des planchers et de la toiture (de 18po à 8po pour les planchers et de 30po à 20po pour la toiture) ;
3. les gaines des cages d'escalier et de l'ascenseur sont en béton ;
4. à certains endroits, des murs de refends en béton remplacent des murs porteurs en CLT
5. toutes les cloisons intérieures sont de construction identique à l'exception que les montants de bois sont remplacés par des montants en acier (colombage métallique).

Sachant que les structures tout en acier sont très peu ou très rarement utilisées dans les bâtiments multifamiliaux car elles ne sont pas performantes au niveau acoustique et que leur prix est très élevé, le scénario de référence choisi est entièrement en béton. En effet, cela représente la méthode de construction la plus fréquemment utilisée dans les bâtiments multifamiliaux de 6 étages.

1.5 DONNÉES DU PROJET GES

1.5.1 TABLEAU DES DONNÉES DU PROJET DE CONSTRUCTION¹

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
Poutres et colonnes				
CLT	500	m³	Fournisseurs	incluant murs porteurs + les gaines, ascenseur et escaliers
LVL	3	m³	Note de calculs	poutre dans l'entre plafond
HSS	11	t	Fournisseurs	structure d'acier pour le contreventement latéral niveau 2 jusqu'au toit et autres éléments structuraux en acier
Plaques d'acier minces	453	kg	Note de calculs	encrage du CLT au béton niveau 2
Clous	851	kg	Note de calculs	clous pour les plaques d'encrage pour les panneaux en CLT. Plaque d'encrage en contreplaqué 12 mm, volume inclus au 500 m3 ci-dessus
Vis, écrous et boulons	731	kg	Note de calculs	visses 200 mm reliant les panneaux de CLT entre eux
Planchers				
Pontage en acier	41	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6
Poutrelles d'acier ajourées	49	t	Fournisseurs	poutrelle 300 MM à 1250 c/c
Plaques d'acier épaisses	2664	kg	Note de calculs	sabot et attache pour balcon préfabriqué en béton
Béton 30 MPa	426	m³	Note de calculs	béton sur pontage d'acier N3 à N6
Béton 35 MPa	105	m³	Note de calculs	balcons préfabriqués en béton
Barres d'armature	3	t	Note de calculs	armature des balcons préfabriqués du N3 à N5
Treillis d'armature	18	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6 treillis sur pontage d'acier
Toiture				
Contreplaqué	13	m³	Note de calculs	recouvrement des fermes de toiture en bois
Clous	91	kg	Note de calculs	clouage du contreplaqué sur les fermes
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	ferme de toiture à bassin en bois, conventionnelles
Plaques d'acier minces	840	kg	Note de calculs	connecteur métallique pour assemblage des composantes des fermes de toitures
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	40	m³	Note de calculs	mur extérieur en colombage de bois 2" X 6"
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	57	m³	Note de calculs	mur intérieur en colombage de bois 2" X 4"

¹ Données fournies par Yvan Blouin Architecte (voir lettre de certification en annexe)

1.5.2 TABLEAU DES DONNÉES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE²

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
				aucune comparaison, construction identique dans les 2 projets construits du s-sol 2 jusqu'au plancher du niveau 2 inclus.
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	245	m³	Note de calculs	incluant murs de refends et gaines ascenseur et escaliers
Barres d'armature	21	t	Fournisseurs	
Planchers				
Béton 30 MPa	1042	m³	Note de calculs	du niveau 3 jusqu'au plancher du niveau 6 inclus
Barres d'armature	90	t	Fournisseurs	armature dalle structurale
Béton 30 MPa	105	m³	Note de calculs	57 balcons en béton en porte à faux N3 à N5
Barres d'armature	5	t	Fournisseurs	armature pour les balcons
Toiture				
Barres d'armature	19	t	Fournisseurs	
Béton 30 MPa	221	m³	Note de calculs	dalle avec pente incorporée
Murs extérieurs				
Montant métallique	32	t	Note de calculs	colombage 152mm, 400 c/c calibre 22
Murs intérieurs				
Montant métallique	28	t	Note de calculs	colombage 90mm, 400 c/c calibre 25 pour murs des corridors communs et murs mitoyens entre 2 unités

1.5.3 VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET³

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m³)
632

² Données fournies par Yvan Blouin Architecte (voir lettre de certification en annexe)

³ idem

2. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DES GES⁴

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE (kg éq. CO2)	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT (kg éq. CO2)	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES (kg éq. CO2)
831 960	498 643	333 317

⁴ Données fournies par Cecoboïs (voir rapport en annexe)

3. ANNEXES

3.1 TABLEAU DES DONNÉES DU PROJET DE CONSTRUCTION

3.2 TABLEAU DES DONNÉES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

3.3 LETTRE DE YVAN BLOUIN ARCHITECTE (ESTIMATEUR DES QUANTITÉS DE MATÉRIAUX)

3.4 RAPPORT GESTIMAT PAR CECOBOIS

3.1 Tableau des données du projet de construction

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
Poutres et colonnes				
CLT	500	m³	Fournisseurs	incluant murs porteurs + les gaines, ascenseur et escaliers
LVL	3	m³	Note de calculs	poutre dans l'entre plafond
HSS	11	t	Fournisseurs	structure d'acier pour le contreventement latéral niveau 2 jusqu'au toit et autres éléments structuraux en acier
Plaques d'acier minces	453	kg	Note de calculs	encrage du CLT au béton niveau 2
Clous	851	kg	Note de calculs	clous pour les plaques d'encrage pour les panneaux en CLT. Plaque d'encrage en contreplaqué 12 mm, volume inclus au 500 m3 ci-dessus
Vis, écrous et boulons	731	kg	Note de calculs	vises 200 mm reliant les panneaux de CLT entre eux
Planchers				
Pontage en acier	41	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6
Poutrelles d'acier ajourées	49	t	Fournisseurs	poutrelle 300 MM à 1250 c/c
Plaques d'acier épaisses	2664	kg	Note de calculs	sabot et attache pour balcon préfabriqué en béton
Béton 30 MPa	426	m³	Note de calculs	béton sur pontage d'acier N3 à N6
Béton 35 MPa	105	m³	Note de calculs	balcons préfabriqués en béton
Barres d'armature	3	t	Note de calculs	armature des balcons préfabriqués du N3 à N5
Treillis d'armature	18	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6 treillis sur pontage d'acier
Toiture				
Contreplaqué	13	m³	Note de calculs	recouvrement des fermes de toiture en bois
Clous	91	kg	Note de calculs	clouage du contreplaqué sur les fermes
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	ferme de toiture à bassin en bois, conventionnelles
Plaques d'acier minces	840	kg	Note de calculs	connecteur métallique pour assemblage des composantes des fermes de toitures
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	40	m³	Note de calculs	mur extérieur en colombage de bois 2" X 6"
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	57	m³	Note de calculs	mur intérieur en colombage de bois 2" X 4"

3.2 Tableau des données du scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
				aucune comparaison, construction identique dans les 2 projets construits du s-sol 2 jusqu'au plancher du niveau 2 inclus.
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	245	m³	Note de calculs	incluant murs de refends et gaines ascenseur et escaliers
Barres d'armature	21	t	Fournisseurs	
Planchers				
Béton 30 MPa	1042	m³	Note de calculs	du niveau 3 jusqu'au plancher du niveau 6 inclus
Barres d'armature	90	t	Fournisseurs	armature dalle structurale
Béton 30 MPa	105	m³	Note de calculs	57 balcons en béton en porte à faux N3 à N5
Barres d'armature	5	t	Fournisseurs	armature pour les balcons
Toiture				
Barres d'armature	19	t	Fournisseurs	
Béton 30 MPa	221	m³	Note de calculs	dalle avec pente incorporée
Murs extérieurs				
Montant métallique	32	t	Note de calculs	colombage 152mm, 400 c/c calibre 22
Murs intérieurs				
Montant métallique	28	t	Note de calculs	colombage 90mm, 400 c/c calibre 25 pour murs des corridors communs et murs mitoyens entre 2 unités

Québec, 20 septembre 2019

**Ministère de la Forest, de la Faune et des parcs (MFFP) et
Conseil de gestion du Fonds Verts**

Projet : Condo le Kaméléon, Québec
Protocole de quantification GES Matériaux de structure

Par la présente, je certifie que j'ai été mandaté par Synchro Inc pour préparer les estimés des quantités de matériaux GES pour le projet ainsi que pour le scénario de référence. Je certifie, également, que la méthode utilisée respecte ou dépasse les niveaux de précision demandés et que tous les renseignements ou documents fournis ont été préparés par moi-même, et sont complets et exacts.



Yvan Blouin, architecte

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 : Yvan Blouin Architecture

Bâtiment étudié : Le Kaméléon

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

Client : **Synchro Inc.**

Étude réalisée par : Diego Flores

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 27 novembre 2019 (révision 1)

1 Contexte

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

Les objectifs du programme sont précisément les suivants :

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

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

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

Le projet doit faire l'objet d'une étude de quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) conforme aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 2 de la norme ISO 14064 indiquant les GES évités par rapport à un scénario de référence.

Synchro Inc. a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure du bâtiment Le Kaméléon, pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de bâtiments innovants ». L'étude réalisée est basée sur l'ensemble des informations fournies par **Synchro Inc.**.

La vérification du rapport par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, reste la responsabilité de **Synchro Inc.**.

2 Objectifs

L'objectif de cette étude est de quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, soit **Le Kaméléon**, 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 projet réalisé et du scénario de référence doivent être développées en suivant le cadre défini 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**. Ces données ont été fournies à Cecoboïs par **Synchro Inc.**.

3.2 Limitations de l'analyse Gestimat

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

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

3.3 Projet réalisé

Le projet comporte six étages. Sa superficie totale de plancher hors sol est de 7 076 mètres carrés au sol et sa superficie au sol est de 1 338 mètres carrés. Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½ (niveaux 2 à 6). Le rez-de-chaussée se divise, quant à lui, en trois locaux commerciaux de tailles allant de 210 mètres carrés à 560 mètres carrés. Le projet comporte également deux étages souterrains utilisés pour les stationnements, les locaux de rangements et les salles mécaniques. Enfin, une terrasse et une salle d'entraînement ont été aménagées au niveau 6 pour l'usage exclusif des occupants (commerciaux et résidentiels).

Le bâtiment est pourvu d'une structure hybride composée de différents types de matériaux. Les dalles, les poutres et les colonnes des deux niveaux de sous-sol et le rez-de-chaussée sont en béton armé. Les niveaux 2 à 6 sont pourvus d'une structure utilisant des panneaux de CLT agissant comme murs porteurs auxquels sont jumelés des poutrelles d'acier qui supporte une dalle de béton sur pontage métallique pour les planchers et la toiture-terrasse. Les balcons des logements sont préfabriqués en béton armé. Le toit principal au niveau 7 est composé d'une structure conventionnelle utilisant des fermes de toit en bois d'œuvre recouvert d'un contreplaqué cloué (toit à bassin). La structure des murs intérieurs et extérieurs est composée d'une ossature légère en bois d'œuvre.

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

3.4 Scénario de référence

Pour fin de comparaison, il est convenu que les aménagements des stationnements en sous-sol et les espaces commerciaux au du rez-de-chaussée du scénario de référence sont aménagés et construits de façon identique au projet réalisé. Ainsi, ces trois niveaux peuvent être exclus de l'analyse comparative.

Le scénario de référence est un bâtiment ayant une architecture identique au projet réalisé. Sa structure est complètement en béton armé, incluant les planchers, les colonnes, la toiture, les murs porteurs et de refends et les gaines des cages d'escalier et de l'ascenseur. Les planchers sont constitués d'une dalle de 200 mm reposant sur des colonnes alignées avec celles des étages inférieurs. Les balcons des logements sont en béton armé et sont construits sur place.

La hauteur totale du bâtiment est légèrement moindre, soit 1,2 mètre de moins, dû à la différence des épaisseurs des planchers et de la toiture qui dépendent de la composition de matériaux utilisée. Dans le cas à l'étude, l'épaisseur du plancher du projet réalisé, composé de poutrelles d'acier supportant la dalle de béton sur pontage métallique, est

18 pouces tandis que celle du scénario de référence, composé d'une dalle simple de béton, est 8 pouces. Pour ce qui est de la toiture, son épaisseur pour le projet réalisé, composée de fermes de toit en bois d'œuvre recouvert d'un contreplaqué cloué (toit à bassin), est 30 pouces tandis que celle du scénario de référence, composée d'une dalle de béton avec pente incorporée, est 20 pouces. La structure des murs intérieurs et extérieurs est composée d'une ossature légère en acier (colombage métallique).

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par **Synchro Inc.** (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 **Synchro Inc.** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment Le Kaméléon en le comparant avec un scénario de référence.

Cette analyse a été réalisée à l'aide de Gestimat comme spécifié par le **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments**, produit par GCM Consultants, en date du 27 septembre 2018.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par **Synchro Inc.**. 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 **Synchro Inc.**

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure pour le projet réalisé sont estimées à 498 643 kg éq. CO₂, soit 70 kg éq. CO₂/m² de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

L'analyse des fondations du scénario de référence a été exclue de cette analyse comparative, car elles ont été considérées identiques au projet réalisé. Par conséquent, les matériaux des fondations du projet réalisé n'ont pas été quantifiés et leurs contributions aux émissions de GES des matériaux de structure du projet réalisé n'ont pas été évaluées.

Les émissions de GES des matériaux des systèmes constructifs des poutres et colonnes, composés de bois et d'acier, et des planchers, composés de béton armé et d'acier, représentent près de 98 % des émissions de GES totales du projet réalisé, soit respectivement 13 % et 85 %. De façon générale, les matériaux en acier contribuent majoritairement aux émissions de GES totales du projet réalisé, soit à 58 %, suivi des

matériaux en béton, à 34 %. La toiture et les murs intérieurs et extérieurs, composés principalement de matériaux en bois, contribuent très faiblement aux émissions de GES totales du bâtiment, soit à 2 % (figure 1).

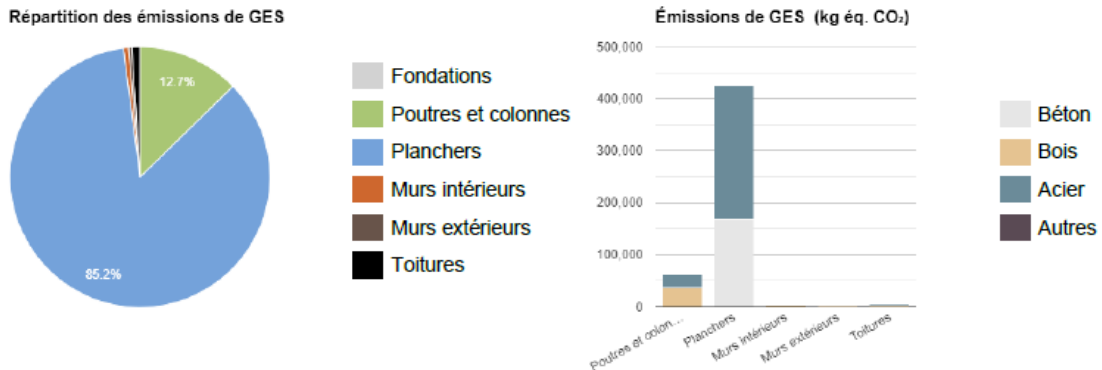


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 831 960 kg éq. CO₂, soit 118 kg éq. CO₂/m². Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Comme précisé précédemment, l'analyse des fondations du scénario de référence a été exclue de cette analyse comparative, car elles ont été considérées identiques au projet réalisé. Par conséquent, les matériaux des fondations du scénario de référence n'ont pas été quantifiés et leurs contributions aux émissions de GES des matériaux de structure du scénario de référence n'ont pas été évaluées.

La structure du scénario de référence, incluant les poutres et colonnes, les planchers et la toiture, est principalement en béton armé. Ces systèmes constructifs représentent 82 % des émissions de GES totales du scénario de référence, soit respectivement 12 %, 59 % et 11 %. Les matériaux en béton et en acier qui composent ces systèmes constructifs représentent respectivement 61 % et 21 % des émissions de GES totales du scénario de référence. Les murs intérieurs et extérieurs, composés uniquement de matériaux en acier, contribuent pour leur part à 18 % de ces émissions de GES totales (figure 2).

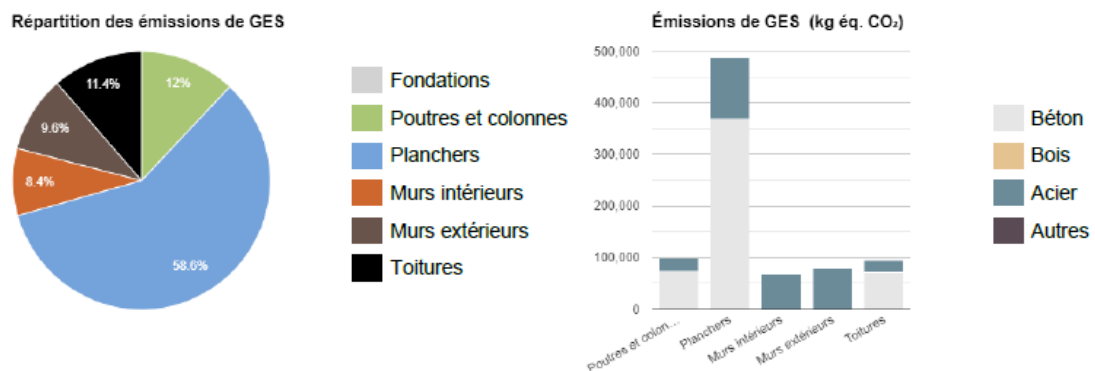


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé amène une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 333 317 kg éq. CO₂. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5.

Les fondations ont été considérées identiques pour les deux scénarios. Leurs analyses ont donc été exclues de l'analyse comparative.

La différence entre les scénarios est en grande partie attribuable aux matériaux de la toiture et des murs intérieurs et extérieurs, qui sont majoritairement en bois pour le projet réalisé, alors qu'ils sont en acier et en béton armé pour le scénario de référence. Les émissions de GES associées aux matériaux en acier sont similaires dans les deux scénarios, bien que les configurations de matériaux considérées ne soient pas les mêmes.

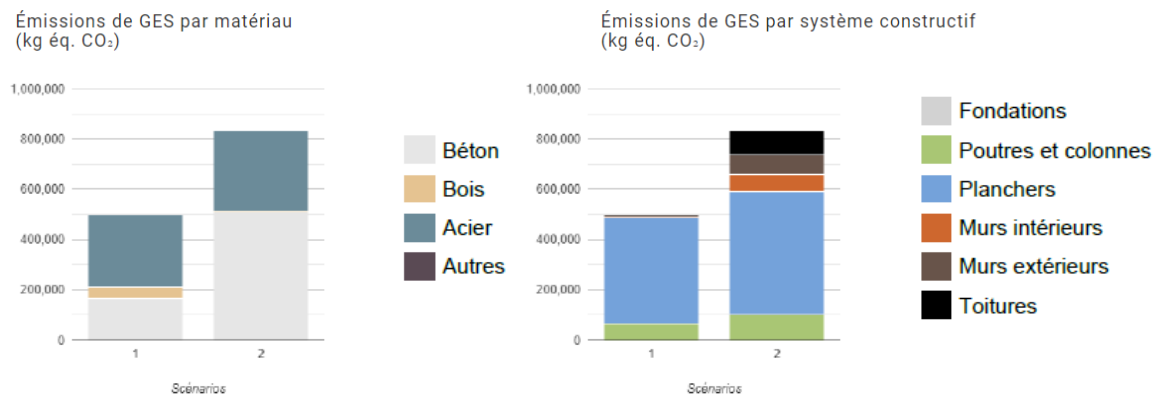


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecoboïs a été mandaté par **Synchro Inc.** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment Le Kaméléon en le comparant avec un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé, ainsi que pour le scénario de référence, ont été fournies par **Synchro Inc.**. 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, en date du 5 septembre 2019, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies par **Synchro Inc.**. L'analyse a été révisée en date du 27 novembre 2019 à la suite de l'envoi, par **Synchro Inc.**, d'une demande de correction de certaines quantités de matériaux.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 498 643 kg éq. CO₂, soit 70 kg éq. CO₂/m², alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 831 960 kg éq. CO₂, soit 118 kg éq. CO₂/m².

Selon ces données, le projet réalisé entraîne **une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 333 317 kg éq. CO₂.**

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 la responsabilité de **Synchro Inc.**.

Annexe 1

Quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
CLT	500	m³	Fournisseurs	incluants murs porteurs + les gaines, ascenseur et escaliers
LVL	3	m³	Note de calculs	poutre dans l'entreplafond
HSS	11	t	Fournisseurs	structure d'acier pour le contreventement latéral niveau 2 jusqu'au toit et autres éléments structuraux en acier
Plaques d'acier minces	453	kg	Note de calculs	encrage du CLT au béton niveau 2
Clous	851	kg	Note de calculs	clous pour les plaques d'encrage pour les panneaux en CLT. Plaque d'encrage en contreplaqué 12 mm, volume inclus au 500 m3 ci-dessus
Vis, écrous et boulons	731	kg	Note de calculs	vises 200 mm reliant les panneaux de CLT entre eux
AJOUTER				
Planchers				
Pontage en acier	41	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6
Poutrelles d'acier ajourées	49	t	Fournisseurs	poutrelle 300 MM à 1250 c/c
Plaques d'acier épaisses	2664	kg	Note de calculs	sabot et attache pour balcon préfabriqué en béton (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Béton 30 MPa	426	m³	Note de calculs	béton sur pontage d'acier N3 à N6
Béton 35 MPa	105	m³	Note de calculs	balcons préfabriqués en béton (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Barres d'armature	3	t	Note de calculs	armature des balcons préfabriqués du N3 à N5
Treillis d'armature	18	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6 treillis sur pontage d'acier
AJOUTER				
Toiture				
Contreplaqué	13	m³	Note de calculs	recouvrement des fermes de toiture en bois
Clous	91	kg	Note de calculs	clouage du contreplaqué sur les fermes
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	ferme de toiture à bassin en bois, conventionnelles
Plaques d'acier minces	840	kg	Note de calculs	connecteur métallique pour assemblage des composantes des fermes de toitures
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	40	m³	Note de calculs	mur extérieur en colombage de bois 2" X 6"
AJOUTER				
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	57	m³	Note de calculs	mur intérieur en colombage de bois 2" X 4"
AJOUTER				

Annexe 2

Quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
				aucune comparaison, construction identique dans les 2 projets construits du ssol 2 jusqu'au plancher du niveau 2 inclus.
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	245	m³	Note de calculs	incluant murs de refends et gaines ascenseur et escaliers
Barres d'armature	21	t	Fournisseurs	
AJOUTER				
Planchers				
Béton 30 MPa	1042	m³	Note de calculs	du niveau 3 jusqu'au plancher du niveau 6 inclus
Barres d'armature	90	t	Fournisseurs	armature dalle structurale (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Béton 30 MPa	105	m³	Note de calculs	57 balcons en béton en porte à faux N3 à N5 (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Barres d'armature	5	t	Fournisseurs	armature pour les balcons
AJOUTER				
Toiture				
Barres d'armature	19	t	Fournisseurs	
Béton 30 MPa	221	m³	Note de calculs	dalle avec pente incorporée
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Montant métallique	32	t	Note de calculs	colombage 152 MM, 400 c/c calibre 22
AJOUTER				
Murs intérieurs				
Montant métallique	28	t	Note de calculs	colombage 90 MM, 400 c/c calibre 25 pour murs des corridors communs et murs mitoyens entre 2 unités
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Projet réalisé

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



Scénario : Projet réalisé

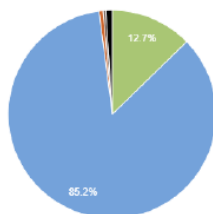
Nom du projet : Le Kaméléon No du projet : 001
 Nom du scénario : Projet réalisé Type de saisie : Saisie détaillée

Description / Notes :

Projet comportant du bois

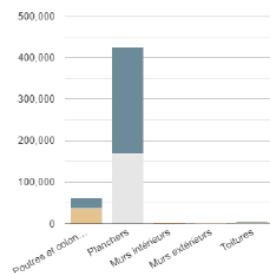
Projet réalisé		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Poutres et colonnes	0,00	35 856	27 497	0,00	63 353	12,71
	Planchers	167 820	0,00	257 227	0,00	425 047	85,24
	Murs intérieurs	0,00	3 078	0,00	0,00	3 078	0,62
	Murs extérieurs	0,00	2 160	0,00	0,00	2 160	0,43
	Toitures	0,00	2 716	2 289	0,00	5 005	1,00
	Total GES (kg éq. CO₂)	167 820	43 810	287 013	0,00	498 643	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		23,72	6,19	40,56	0,00	70,47	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version : Révision 1

Dernière modification du projet : 2019-11-27
 Génération du rapport : 2019-11-27

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



Scénario : Scénario de référence

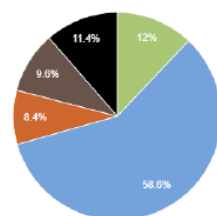
Nom du projet : Le Kaméléon No du projet : 001
 Nom du scénario : Scénario de référence Type de saisie : Saisie détaillée

Description / Notes :

Scénario majoritairement en béton

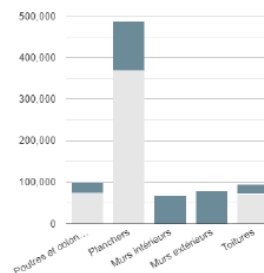
Scénario de référence		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Poutres et colonnes	73 500	0,00	26 628	0,00	100 128	12,04
	Planchers	367 040	0,00	120 460	0,00	487 500	58,60
	Murs intérieurs	0,00	0,00	69 776	0,00	69 776	8,39
	Murs extérieurs	0,00	0,00	79 744	0,00	79 744	9,59
	Toitures	70 720	0,00	24 092	0,00	94 812	11,40
	Total GES (kg éq. CO₂)	511 260	0,00	320 700	0,00	831 960	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		72,25	0,00	45,32	0,00	118	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version : Révision 1

Dernière modification du projet : 2019-11-27
 Génération du rapport : 2019-11-27

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

SOMMAIRE DU PROJET

Nom du projet	Le Kaméléon	Type de projet	Construction neuve
No du projet	001	Type de bâtiment	Habitation (multiétagées, logements sociaux, auberges, etc.)
Municipalité	Québec		
Région administrative	Capitale-Nationale	Nombre étage(s)	6
Année prévue	2017-2018	Superficie au sol (m ²)	1338
Budget prévu	15 300 000	Superficie totale (m ²)	7076
		Version du projet	Révision 1

Description / Notes :

Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½" (niveaux 2 à 6). Le projet comporte également 2 étages souterrains qui accueillent des stationnements, des locaux de rangements et les salles mécaniques.

SCÉNARIOS ANALYSÉS

	Nom	Total GES (kg éq. Co ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Projet réalisé	498 643	Projet comportant du bois
Scénario 2	Scénario de référence	831 960	Scénario majoritairement en béton
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	Scénario 2	Béton	831 960
Scénario retenu	Scénario 1	Autres	498 643
Émissions de GES évitées			333 317

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		8	6	0	0	0	0
Fondations	m ³ béton armé						
Poutres et colonnes	m ³ béton armé		245 m ³				
	m ³ bois	503 m ³					
	tonnes acier	11,00 tonnes					
Planchers	m ² de planchers	5 352 m ²	5 352 m ²				
Murs intérieurs	m ² de murs						
Murs extérieurs	m ² de murs						
Toitures	m ² de toitures	1 338 m ²	1 338 m ²				

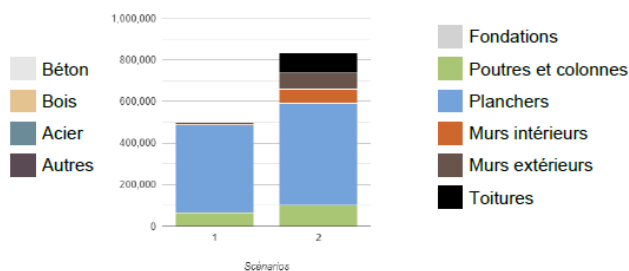
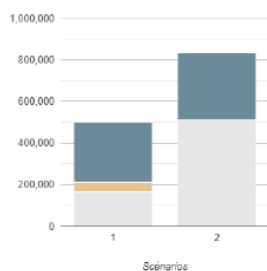
VALIDATION DES SCÉNARIOS

	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

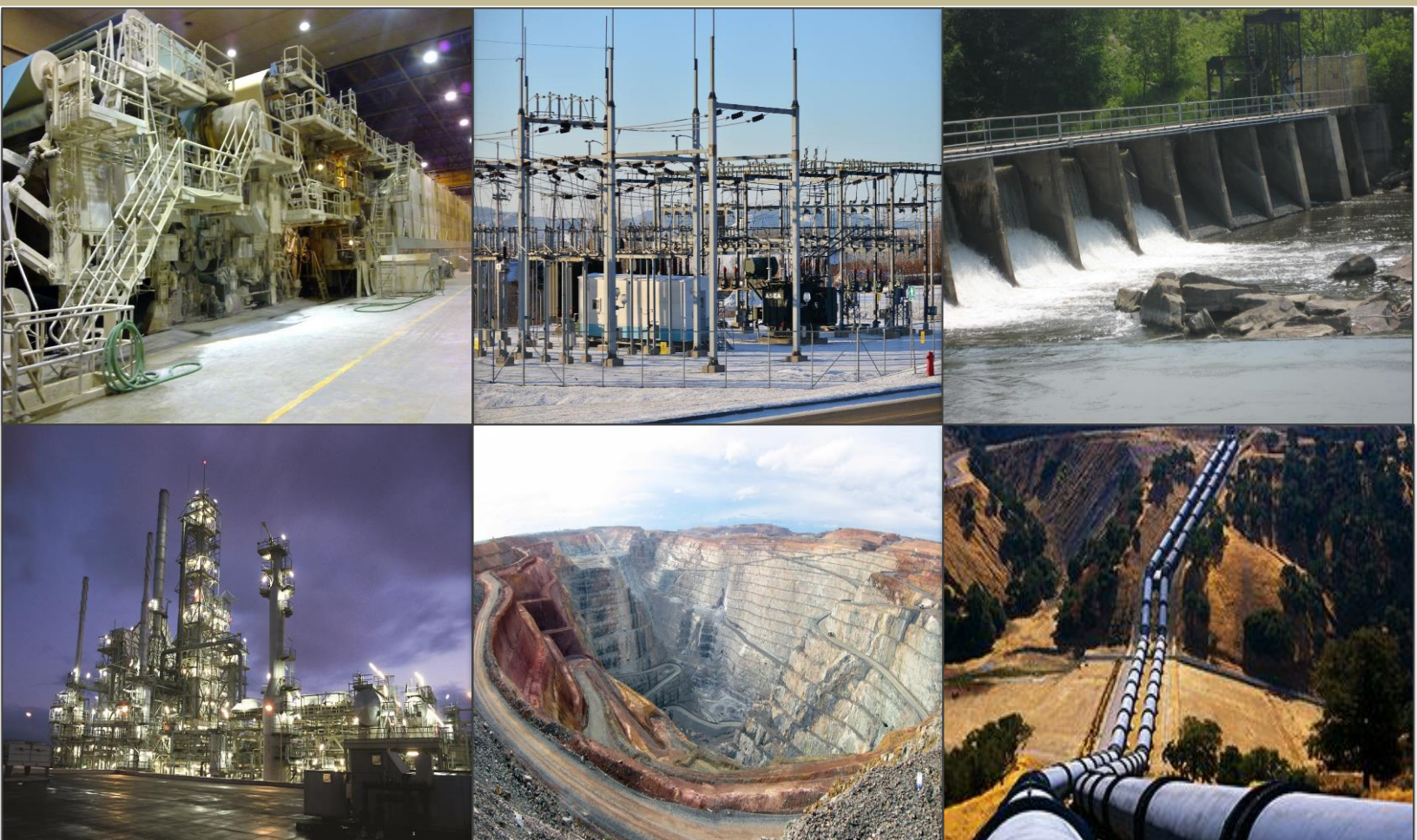
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie	-	-	-	-	-	-
Superficie totale de plancher (m²)	-	-	-	-	-	-
GES par matériau	(kg éq. CO ₂)					
 Béton	167 820	511 260				
 Bois	43 810					
 Acier	287 013	320 700				
 Autres						
GES par système constructif	(kg éq. CO ₂)					
 Fondations						
 Poutres et colonnes	63 353	100 128				
 Planchers	425 047	487 500				
 Murs intérieurs	3 078	69 776				
 Murs extérieurs	2 160	79 744				
 Toitures	5 005	94 812				
Total GES (kg éq. CO ₂)	498 643	831 960				
GES par m² (kg éq. CO ₂ /m²)	70,47	118				



Synchro inc.

Rapport de vérification

Vérification du rapport de GES de Synchro inc. – Projet Condo Le Kaméléon
Rapport final



Projet : 39703TT

Révision : 01

2020-01-07

Rapport de vérification

Vérification du rapport de projet GES – Projet Condo Kaméléon

Projet : 39703TT

Rév. 01

2020-01-07

PRÉSENTÉ À

Synchro inc.

2511, chemin Sainte-Foy
Bureau 200
Québec (Québec)
G1V 1T7

PRÉSENTÉ PAR

Tetra Tech QI inc.

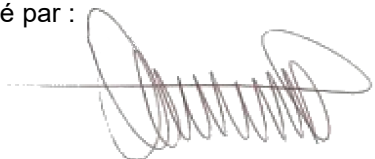
1205, rue Ampère
Bureau 310
Boucherville (Québec)
J4B 7M6

Tél. : 450 655-8440

Télec. : 450 655-7121

tetrattech.com

Préparé par :



Roger Fournier, CPA, CA
Vérificateur en chef

2020-01-07

Et :



Alexis Dagenais Everell, ing., M. Env.
Vérificateur

2020-01-07

SUIVI DES RÉVISIONS

RÉVISION	DATE	DESCRIPTION	PRÉPARÉ PAR
00	19 DÉCEMBRE 2019	ÉMISSION POUR COMMENTAIRES	RF/ADE/AH
01	7 JANVIER 2019	ÉMISSION FINALE	RF/ADE/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 Organigramme de l'organisme de vérification	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	9
6.0 OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORATION.....	9
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

Madame Maude Masson
Synchro inc.
2511, chemin Sainte-Foy
Bureau 200
Québec (Québec)
G1V 1T7

Madame Masson,

Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) a vérifié le rapport de projet GES de Synchro inc. (Synchro) daté du 17 décembre 2019.

Le rapport de projet intitulé « *Rapport de projet GES – Projet Condo Kaméléon* » daté du 17 décembre 2019 est joint à ce rapport à l'annexe C.

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Tetra Tech a été mandatée par Synchro pour vérifier son rapport de projet GES intitulé « *Rapport de projet GES – Projet Condo Le Kaméléon* » daté du 17 décembre 2019.

1.1 RÔLES ET RESPONSABILITÉS

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

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

Condo Le Kaméléon
20 boul. Charest Ouest
Québec (Québec)

1.3 OBJECTIFS DE LA VÉRIFICATION

L'objectif de ce mandat vise à fournir un avis portant sur le rapport de projet GES de Synchro inc. intitulée « *Rapport de projet GES – Projet Condo Le Kaméléon* » et daté du 17 décembre 2019 conformément aux prescriptions du *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* ainsi que des critères du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*.

Notre vérification est effectuée en conformité avec la norme ISO 14064-3 intitulée « *Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2006)* ».

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, fournisseurs et notes de calculs) et pour le scénario de référence (fournisseurs et 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 bâtiments*.

1.6 IMPORTANCE RELATIVE

Selon le *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments*, le seuil d'importance relative des écarts constatés est de 5 % des réductions 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 10 juin 2019, 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 QI inc. enregistrées auprès du CCN sont les suivantes :

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

2.2 ORGANIGRAMME DE L'ORGANISME DE VÉRIFICATION

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

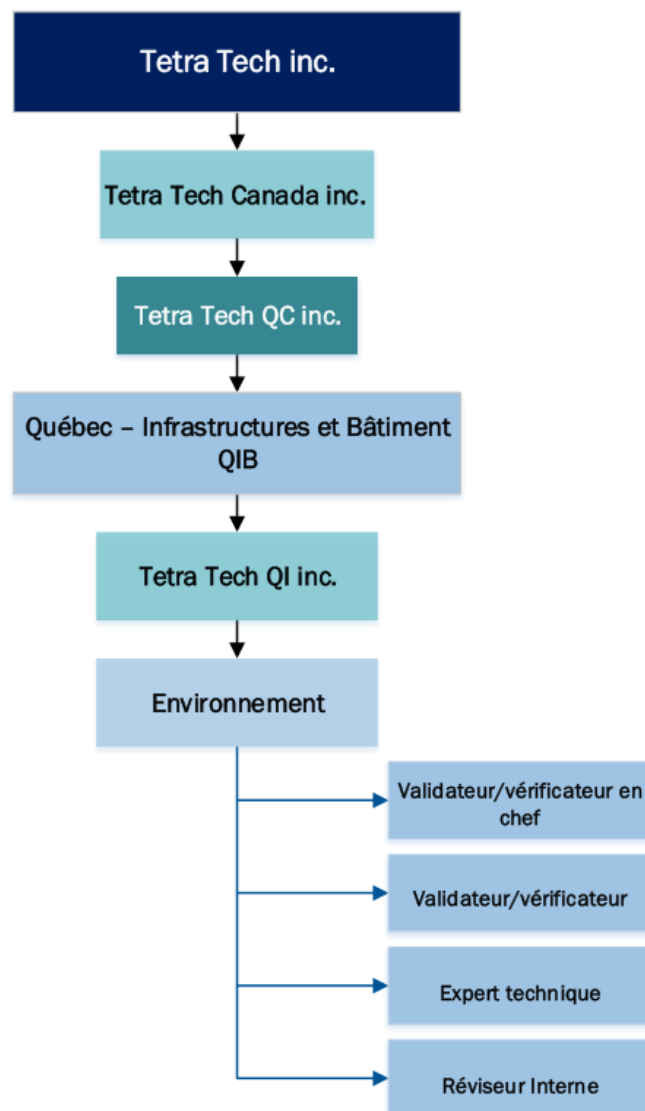


Figure 1 Organigramme de l'organisme de vérification Tetra Tech QI inc.

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, Canada

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 QI inc. a mis en place des procédures de plaintes et appels en cas de litige concernant la vérification. Synchro peut avoir recours à ces procédures sur demande.

2.5 IMPARTIALITÉ ET CONFLIT D'INTÉRÊTS

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

Tetra Tech a complété le mécanisme interne de surveillance de l'impartialité. Ces menaces à l'impartialité sont jugées faibles et donc, la vérification par Tetra Tech de la déclaration GES de Synchro inc. 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 comporte six étages. Sa superficie totale de plancher hors sol est de 7 076 m² au sol et sa superficie au sol est de 1 338 m².

Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½ (niveaux 2 à 6).

Le rez-de-chaussée se divise, quant à lui, en trois locaux commerciaux de tailles allant de 210 m² à 560 m².

Le projet comporte également deux étages souterrains utilisés pour les stationnements, les locaux de rangements et les salles mécaniques.

Enfin, une terrasse et une salle d'entraînement ont été aménagées au niveau 6 pour l'usage exclusif des occupants (commerciaux et résidentiels).

Le bâtiment est pourvu d'une structure hybride composée de différents types de matériaux.

Les dalles, les poutres et les colonnes des deux niveaux de sous-sol et le rez-de-chaussée sont en béton.

Les niveaux 2 à 6 sont pourvus d'une structure utilisant des panneaux de CLT agissant comme murs porteurs auxquels sont jumelés des poutrelles d'acier qui supporte une dalle de béton sur pontage métallique pour les planchers et la toiture-terrasse.

Les balcons des logements sont préfabriqués en béton.

Le toit principal au niveau 7 est composé d'une structure conventionnelle utilisant des fermes de toit en bois d'œuvre recouvert d'un contreplaqué cloué (toit à bassin).

La structure des murs intérieurs et extérieurs est composée d'une ossature légère en bois d'œuvre.

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

Sa structure est complètement en béton, incluant les planchers, les colonnes, la toiture, les murs porteurs et de refends et les gaines des cages d'escalier et de l'ascenseur.

Pour fin de comparaison, il est convenu que les aménagements des stationnements en sous-sol et les espaces commerciaux au du rez-de-chaussée du scénario de référence sont aménagés et construits de façon identique au projet réalisé. Ainsi, ces trois niveaux peuvent être exclus de l'analyse comparative.

Les planchers sont constitués d'une dalle de 200 mm reposant sur des colonnes alignées avec celles des étages inférieurs.

La hauteur totale du bâtiment est légèrement moindre, soit 1,2 m de moins, dû à la différence des épaisseurs des planchers et de la toiture qui dépendent de la composition de matériaux utilisée.

Dans le cas à l'étude, l'épaisseur du plancher du projet réalisé, composé de poutrelles d'acier supportant la dalle de béton sur pontage métallique, est 18 po tandis que celle du scénario de référence, composé d'une dalle simple de béton est 8 po.

Pour ce qui est de la toiture, son épaisseur pour le projet réalisé, composée de fermes de toit en bois d'œuvre recouvert d'un contreplaqué cloué (toit à bassin), est 30 po tandis que celle du scénario de référence, composée d'une dalle de béton avec pente incorporée, est 20 po. La structure des murs intérieurs et extérieurs est composée d'une ossature légère en acier (colombage métallique).

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 Synchro ;
- Élaborer l'approche de vérification ;
- Déterminer les risques de la vérification ;
- 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 préparé par CECOBOIS intitulé « *Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure d'un bâtiment* » ;
- Rapport de projet GES intitulé : « *Rapport de projet GES – Projet Condo Le Kaméléon* » daté du 17 décembre 2019 ;
- Norme ISO 14064-3 intitulée « *Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2006)* » ;
- *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* ;
- Lettre de M. Yvan Blouin, architecte confirmant que les renseignements fournis et tous les documents transmis dans le cadre de ce projet sont complets et exacts ;
- Copie des plans et devis et des notes de calculs fournis par M. Yvan Blouin Architecte ;
- Divers documents de support.

4.2 ÉLABORATION DE L'APPROCHE DE VÉRIFICATION

Au début de notre processus de vérification, nous avons reçu le rapport de projet GES ainsi que le rapport préparé par CECOBOIS. À la réception de ces rapports, nous avons été en mesure de procéder à une première évaluation de notre risque de vérification, des scénarios utilisés et des sources d'émissions en cause.

Un plan de vérification a été remis au client.

Ce plan de vérification établit, entre autres, le niveau d'assurance recherché, l'importance relative, la planification de la visite des lieux ainsi que différentes étapes du processus de vérification.

Notre plan de vérification original n'a pas été modifié au cours de ce mandat de vérification.

Notre vérification a été exécutée conformément à la norme ISO 14064-3 intitulée « *Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2006)* ». Cette norme exige que la vérification soit planifiée et exécutée de façon à obtenir soit une assurance raisonnable, soit une assurance limitée, à l'effet que le rapport de projet GES joint en annexe donne, à tous les égards important, une image fidèle des réductions d'émissions de GES, qu'il soit libre de toute inexactitude importante, qu'il reflète de façon appropriée les données et les informations relatives aux réductions d'émissions de GES de Synchro et, finalement, que le seuil d'importance relative n'ait pas été atteint ou dépassé.

Une opinion avec un niveau d'assurance raisonnable doit être émise en vertu du *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* et nous avons planifié et exécuté notre vérification en conséquence. Ainsi, notre vérification a couvert les procédés que nous avons jugés nécessaires dans les circonstances pour fournir un fondement raisonnable à notre opinion.

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

4.3 RÉUNION DE DÉMARRAGE ET VISITE DES LIEUX

Pour la réunion de démarrage du projet, une discussion téléphonique a eu lieu le 26 septembre 2019. Lors de cette rencontre téléphonique, nous avons abordé, entre autres, les points suivants :

- Description du projet ;
- Approche de la vérification ;
- Notion d'importance relative ;
- Objectifs de vérification et Norme ISO 14064-3 ;
- Plan de vérification.

Pour la visite des lieux, une observation visuelle des lieux a été effectuée le 21 novembre 2019.

Les objectifs de cette visite étaient, entre autres, de confirmer l'existence du projet, de confirmer par une visualisation extérieure différents paramètres et de les corroborer avec la description faite dans le rapport de CECOBOIS.

Les personnes inscrites au tableau suivant étaient présentes lors de la rencontre téléphonique du 26 septembre 2019 :

Tableau 1 Intervenants présents lors de la rencontre téléphonique

Nom	Titre/Organisme	Coordonnées
M. Yvan Blouin	Yvan Blouin, Architecte	200- 2511, Chemin Sainte-Foy, Québec (Québec) G1V 1T7 yvan@yvanblouinarchitecte.com
M. Roger Fournier	Vérificateur en chef, Tetra Tech	1205 rue Ampère, bureau 310 Boucherville (QC) J4B 7M6 roger.fournier@tetrattech.com
M. Alexis Dagenais Everell	Vérificateur, Tetra-Tech	1205 rue Ampère, bureau 310 Boucherville (QC) J4B 7M6 alexis.dagenaiseverell@tetrattech.com

4.4 REVUE DE LA DOCUMENTATION ET DEMANDES D’ACTIONS

La revue de la documentation concernant le rapport de projet GES intitulé « *Projet Condo Le Kaméléon* » et daté du 17 décembre 2019 a été complétée suite aux demandes d’informations complémentaires, clarifications et corrections qui ont été émises à Synchro 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 Synchro.

Sur l’ensemble des informations obtenues, nous avons analysé, entre autres, les quantités de matériaux imputées au projet ainsi qu’au scénario de référence.

Pour le scénario de projet, nous avons analysé les quantités imputées en prenant connaissance des notes de calculs et des plans et devis.

Les valeurs de la quantification étaient dans la majorité des cas conformes à l’exception de certaines valeurs associées aux balcons préfabriqués. L’impact des erreurs trouvées était supérieur à 5 % des émissions de GES évitées. Nous avons informé le client des erreurs trouvées lors de notre vérification. Le rapport de projet GES a été modifié pour tenir compte de ces erreurs.

Pour le scénario de référence, nous avons analysé les calculs, les quantités de matériaux estimées et les plans de concept pour l’option béton du bâtiment Kaméléon. Ainsi, pour les valeurs présentées pour le bâtiment de référence, des calculs de volume de béton et de tonnage d’armature ont été effectués par Synchro. Ces calculs ont été vérifiés en parallèle avec les hypothèses de calcul pour chacun des éléments structurels du bâtiment. Les calculs du bâtiment de référence étaient, dans la majorité des cas, conformes. Cependant, des modifications ont dû être apportées aux quantités associées aux balcons préfabriqués.

Nous nous sommes, par la suite, assurés 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.

Dans les deux scénarios, le promoteur a utilisé les mêmes quantités de matériaux pour les fondations et nous sommes 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 intitulé : *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* détermine différents points à considérer dans la quantification des réductions 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 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.

Suite à un échange de courriels avec M. George Blouin, Président de Synchro, celui-ci nous a confirmé que Synchro allait respecter les spécifications du protocole en lien avec la conservation, la vérification, la sauvegarde et l'identification des documents reliés au projet.

Tetra Tech conclut que le protocole intitulé : *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* a été bien suivi par le promoteur de projet.

4.6 LIMITATION ET USAGE DU RAPPORT

Le présent document (rapport) est destiné à l'usage exclusif de la personne ou de l'entité (client) ayant mandaté Tetra Tech 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 autres 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 Synchro inc. intitulé : « *Projet Condo Le Kaméléon* » et daté du 17 décembre 2019 a été revue et a fait l'objet de demandes d'informations complémentaires. Tetra Tech a obtenu des réponses satisfaisantes à ses demandes.

Synchro inc. a déclaré des réductions d'émissions de 333 317 kg de CO₂eq pour son projet intitulé : « *Projet Condo Le Kaméléon* ». Tetra Tech QI inc. conclut avec un niveau d'assurance raisonnable que le rapport de projet GES est exempt d'écarts importants et est conforme aux exigences du protocole intitulé *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments*.

6.0 OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORATION

Aucune opportunité d'amélioration n'a été identifiée.

7.0 FAITS DÉCOUVERTS APRÈS LA VÉRIFICATION

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

Madame Maude Masson
Synchro inc.
2511, chemin Sainte-Foy
Bureau 200
Québec (Québec)
G1V 1T7

Objectifs de la vérification

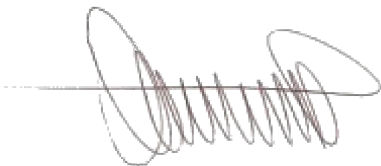
L'objectif de ce mandat vise à fournir un avis portant sur le rapport de projet GES de Synchro inc. intitulée « *Rapport de projet GES – Projet Condo Le Kaméléon* » et daté du 17 décembre 2019 conformément aux prescriptions du *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* ainsi que des critères du *Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois*.

Notre vérification est effectuée en conformité avec la norme ISO 14064-3 intitulée « *Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre (2006)* ».

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 333 317 kg de CO_{2eq} faisant l'objet de la présente vérification et présentées dans le rapport de projet GES intitulé : « *Projet Condo Le Kaméléon* » et daté du 17 décembre 2019 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. Env.
Vérificateur

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

Boucherville, le 7 janvier 2020

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

Madame, Monsieur,

Tetra Tech QI inc. (Tetra Tech) a été mandaté pour vérifier le rapport de projet GES de Synchro inc. intitulé *Rapport de projet GES - « Projet Condo Le Kaméléon »* daté du 17 décembre 2019.

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

PROJET CONDO LE KAMÉLÉON



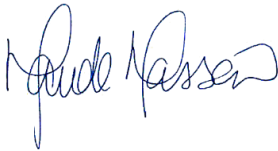
FIGURE 1 : LE KAMÉLÉON | SYNCHRO INC.

Préparé par Synchro inc.



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

Le 17 décembre 2019



Maude Masson
Synchro inc.
Responsable du projet
GES



Georges-A. N. Blouin
Synchro inc.
Responsable administratif
de l'aide financière



Georges-A. N. Blouin
Synchro inc.
Bénéficiaire de
subvention

Avec la participation financière de

Forêts, Faune
et Parcs

Québec



Fondsvert

Avis de non-responsabilité

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

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

TABLE DES MATIERES

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	3
1.1 Parties prenantes du Projet GES	3
1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction	3
1.3 Description du projet de construction	3
1.4 Description et justification du scénario de référence	5
1.5 Données du projet GES	6
1.5.1 Tableau des données du projet de construction	6
1.5.2 Tableau des données du scénario de référence	7
1.5.3 Volume total de bois dans le projet	7
2. Quantification des émissions des GES	8
3. Annexes	9
3.1 Lettre de Yvan Blouin architecte (estimateur des quantités de matériaux)	9
3.2 Rapport Gestimat par Cecobois	9

1. SOMMAIRE EXÉCUTIF ET SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

1.1 PARTIES PRENANTES DU PROJET GES

- Bénéficiaire de subvention : Synchro inc.
- Responsable administratif de l'aide financière : Georges-A. N. Blouin, Synchro inc.
- Responsable – Rapport du projet GES : Maude Masson, Synchro inc.
- Responsable des estimations de quantités de matériaux :
 - Projet construit : Yvan Blouin, Architecte, Yvan Blouin Architecte
 - Scénario de référence : Yvan Blouin, Architecte, Yvan Blouin Architecte
- Responsable de la quantification des émissions de GES : Yannick Lessard, ing., Cecobois

1.2 TITRE ET LIEU DE RÉALISATION DU PROJET DE CONSTRUCTION

Le Kaméléon est situé au 20 boul Charest Ouest, au croisement des quartiers Saint-Sauveur et Saint-Roch, à Québec.

1.3 DESCRIPTION DU PROJET DE CONSTRUCTION

Le Kaméléon comporte 6 étages et son aire est d'environ 13 500 pieds carrés. Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½'' (niveaux 2 à 6). Le rez-de-chaussée se divise, quant à lui, en 3 locaux commerciaux de tailles allant de 2300 pieds carrés à 6000 pieds carrés. Le projet comporte également 2 étages souterrains qui accueillent des stationnements, des locaux de rangements et les salles mécaniques. Enfin, une terrasse et une salle d'entraînement ont été aménagées au niveau 6 pour l'usage exclusif des occupants (commerciaux et résidentiels).

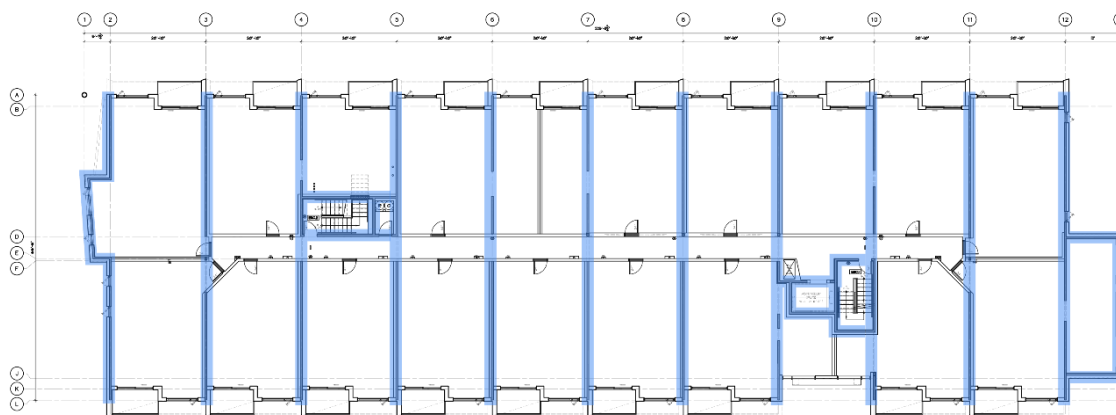


FIGURE 2 : PLAN DU NIVEAU 2 AVEC MURS CLT EN BLEU | YVAN BLOUIN ARCHITECTE

Au niveau de la construction, les 2 niveaux de stationnements souterrains ainsi que le rez-de-chaussée sont faits d'une structure de béton armé. Ensuite, une structure hybride comprenant des planchers en poutrelles d'acier composite avec une dalle de béton mince (4 pouces) se déploie du niveau 2 jusqu'aux éléments porteurs du toit. Pour

supporter les planchers, les murs porteurs sont faits de bois massif de type CLT (Figure 2). Ces murs porteurs sont disposés selon une trame d'environ 21 pieds ce qui crée des cellules dans le projet (ces murs sont également les murs mitoyens entre chaque cellule). Au total, le projet comporte 94 cellules.

Le projet se démarque également par rapport à l'utilisation du CLT dans un immeuble résidentiel de 6 étages. Les constructions en bois massif allant jusqu'à 6 étages, faisant maintenant partie de l'édition 2010 du Code de Construction du Québec (CCQ 2010) pour les groupes résidentiels et mixtes, Le Kaméléon est donc un précédent notable quant aux solutions d'assemblage entre les différents matériaux.

L'intégration du bois CLT permet à la fois de supporter les planchers mais ajoute également une originalité et une plus-value au projet. En effet, il a été démontré que l'exposition du bois est bénéfique pour le bien-être des occupants. La hauteur des plafonds a également été rehaussée à 9 pieds afin de bien permettre au bois de prendre toute la place qui lui revient. L'exposition du bois se révèle donc comme une vérité architecturale plutôt qu'un aspect seulement décoratif (Figure 3).

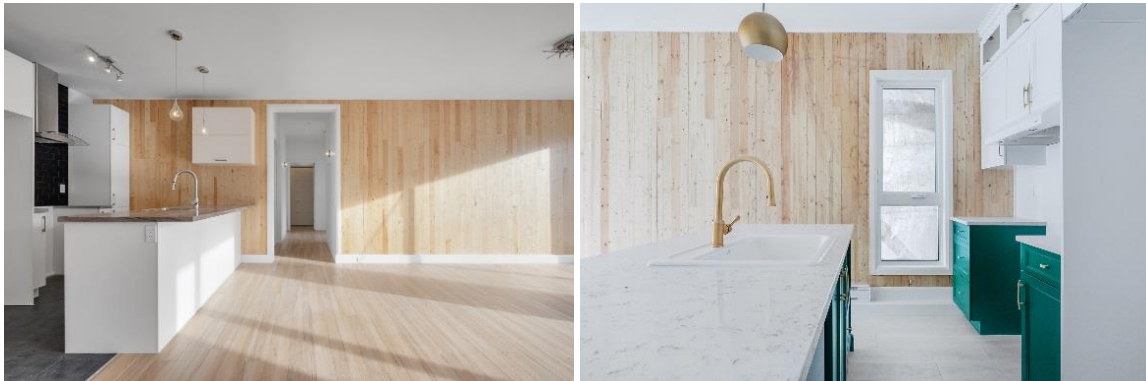


FIGURE 3 : UNITÉS INTÉRIEURES AVEC MUR DE CLT APPARENT | SYNCHRO INC.

À partir du niveau 2, le système structural repose donc sur deux composantes. D'abord, les pièces verticales en panneaux de CLT qui agissent comme murs porteurs et intègrent les cages d'escalier et la gaine ascenseur, sans aucune colonne. Ensuite, les pièces horizontales qui sont les poutrelles de plancher de type Vescom. Ce système est composé de poutrelles d'acier supportant un pontage d'acier et une mince dalle de béton. Étant donné que toutes les poutrelles sont fixées aux murs de CLT, cela ne requiert aucune colonne.

1.4 DESCRIPTION ET JUSTIFICATION DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Pour fin de comparaison, il est convenu que les aménagements des 2 niveaux de stationnements au sous-sol ainsi que les espaces commerciaux au rez-de-chaussée sont aménagés et construits tel que le projet construit. Ce faisant, les 3 niveaux inférieurs sont exclus de l'analyse.

Le scénario de référence est donc un bâtiment d'une architecture identique au projet construit à l'exception que :

1. sa structure est totalement en béton soit : une dalle de 200mm sur colonnes alignées avec celles des étages inférieurs ;
2. la hauteur totale est légèrement moindre (1,2 m de moins) dû à l'amincissement des épaisseurs des planchers et de la toiture (de 18po à 8po pour les planchers et de 30po à 20po pour la toiture) ;
3. les gaines des cages d'escalier et de l'ascenseur sont en béton ;
4. à certains endroits, des murs de refends en béton remplacent des murs porteurs en CLT
5. toutes les cloisons intérieures sont de construction identique à l'exception que les montants de bois sont remplacés par des montants en acier (colombage métallique).

Sachant que les structures tout en acier sont très peu ou très rarement utilisées dans les bâtiments multifamiliaux car elles ne sont pas performantes au niveau acoustique et que leur prix est très élevé, le scénario de référence choisi est entièrement en béton. En effet, cela représente la méthode de construction la plus fréquemment utilisée dans les bâtiments multifamiliaux de 6 étages.

1.5 DONNÉES DU PROJET GES

1.5.1 TABLEAU DES DONNÉES DU PROJET DE CONSTRUCTION¹

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
Poutres et colonnes				
CLT	500	m³	Fournisseurs	incluant murs porteurs + les gaines, ascenseur et escaliers
LVL	3	m³	Note de calculs	poutre dans l'entre plafond
HSS	11	t	Fournisseurs	structure d'acier pour le contreventement latéral niveau 2 jusqu'au toit et autres éléments structuraux en acier
Plaques d'acier minces	453	kg	Note de calculs	encrage du CLT au béton niveau 2
Clous	851	kg	Note de calculs	clous pour les plaques d'encrage pour les panneaux en CLT. Plaque d'encrage en contreplaqué 12 mm, volume inclus au 500 m3 ci-dessus
Vis, écrous et boulons	731	kg	Note de calculs	visses 200 mm reliant les panneaux de CLT entre eux
Planchers				
Pontage en acier	41	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6
Poutrelles d'acier ajourées	49	t	Fournisseurs	poutrelle 300 MM à 1250 c/c
Plaques d'acier épaisses	2664	kg	Note de calculs	sabot et attache pour balcon préfabriqué en béton
Béton 30 MPa	426	m³	Note de calculs	béton sur pontage d'acier N3 à N6
Béton 35 MPa	105	m³	Note de calculs	balcons préfabriqués en béton
Barres d'armature	3	t	Note de calculs	armature des balcons préfabriqués du N3 à N5
Treillis d'armature	18	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6 treillis sur pontage d'acier
Toiture				
Contreplaqué	13	m³	Note de calculs	recouvrement des fermes de toiture en bois
Clous	91	kg	Note de calculs	clouage du contreplaqué sur les fermes
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	ferme de toiture à bassin en bois, conventionnelles
Plaques d'acier minces	840	kg	Note de calculs	connecteur métallique pour assemblage des composantes des fermes de toitures
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	40	m³	Note de calculs	mur extérieur en colombage de bois 2" X 6"
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	57	m³	Note de calculs	mur intérieur en colombage de bois 2" X 4"

¹ Données fournies par Yvan Blouin Architecte (voir lettre de certification en annexe)

1.5.2 TABLEAU DES DONNÉES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE²

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
				aucune comparaison, construction identique dans les 2 projets construits du s-sol 2 jusqu'au plancher du niveau 2 inclus.
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	245	m³	Note de calculs	incluant murs de refends et gaines ascenseur et escaliers
Barres d'armature	21	t	Fournisseurs	
Planchers				
Béton 30 MPa	1042	m³	Note de calculs	du niveau 3 jusqu'au plancher du niveau 6 inclus
Barres d'armature	90	t	Fournisseurs	armature dalle structurale
Béton 30 MPa	105	m³	Note de calculs	57 balcons en béton en porte à faux N3 à N5
Barres d'armature	5	t	Fournisseurs	armature pour les balcons
Toiture				
Barres d'armature	19	t	Fournisseurs	
Béton 30 MPa	221	m³	Note de calculs	dalle avec pente incorporée
Murs extérieurs				
Montant métallique	32	t	Note de calculs	colombage 152mm, 400 c/c calibre 22
Murs intérieurs				
Montant métallique	28	t	Note de calculs	colombage 90mm, 400 c/c calibre 25 pour murs des corridors communs et murs mitoyens entre 2 unités

1.5.3 VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET³

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET (m³)
632

² Données fournies par Yvan Blouin Architecte (voir lettre de certification en annexe)

³ idem

2. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DES GES⁴

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE (kg éq. CO2)	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT (kg éq. CO2)	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES (kg éq. CO2)
831 960	498 643	333 317

⁴ Données fournies par Cecoboïs (voir rapport en annexe)

3. ANNEXES

3.1 TABLEAU DES DONNÉES DU PROJET DE CONSTRUCTION

3.2 TABLEAU DES DONNÉES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

3.3 LETTRE DE YVAN BLOUIN ARCHITECTE (ESTIMATEUR DES QUANTITÉS DE MATÉRIAUX)

3.4 RAPPORT GESTIMAT PAR CECOBOIS

3.1 Tableau des données du projet de construction

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
Poutres et colonnes				
CLT	500	m³	Fournisseurs	incluant murs porteurs + les gaines, ascenseur et escaliers
LVL	3	m³	Note de calculs	poutre dans l'entre plafond
HSS	11	t	Fournisseurs	structure d'acier pour le contreventement latéral niveau 2 jusqu'au toit et autres éléments structuraux en acier
Plaques d'acier minces	453	kg	Note de calculs	encrage du CLT au béton niveau 2
Clous	851	kg	Note de calculs	clous pour les plaques d'encrage pour les panneaux en CLT. Plaque d'encrage en contreplaqué 12 mm, volume inclus au 500 m3 ci-dessus
Vis, écrous et boulons	731	kg	Note de calculs	vises 200 mm reliant les panneaux de CLT entre eux
Planchers				
Pontage en acier	41	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6
Poutrelles d'acier ajourées	49	t	Fournisseurs	poutrelle 300 MM à 1250 c/c
Plaques d'acier épaisses	2664	kg	Note de calculs	sabot et attache pour balcon préfabriqué en béton
Béton 30 MPa	426	m³	Note de calculs	béton sur pontage d'acier N3 à N6
Béton 35 MPa	105	m³	Note de calculs	balcons préfabriqués en béton
Barres d'armature	3	t	Note de calculs	armature des balcons préfabriqués du N3 à N5
Treillis d'armature	18	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6 treillis sur pontage d'acier
Toiture				
Contreplaqué	13	m³	Note de calculs	recouvrement des fermes de toiture en bois
Clous	91	kg	Note de calculs	clouage du contreplaqué sur les fermes
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	ferme de toiture à bassin en bois, conventionnelles
Plaques d'acier minces	840	kg	Note de calculs	connecteur métallique pour assemblage des composantes des fermes de toitures
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	40	m³	Note de calculs	mur extérieur en colombage de bois 2" X 6"
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	57	m³	Note de calculs	mur intérieur en colombage de bois 2" X 4"

3.2 Tableau des données du scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires
Fondations				
				aucune comparaison, construction identique dans les 2 projets construits du s-sol 2 jusqu'au plancher du niveau 2 inclus.
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	245	m³	Note de calculs	incluant murs de refends et gaines ascenseur et escaliers
Barres d'armature	21	t	Fournisseurs	
Planchers				
Béton 30 MPa	1042	m³	Note de calculs	du niveau 3 jusqu'au plancher du niveau 6 inclus
Barres d'armature	90	t	Fournisseurs	armature dalle structurale
Béton 30 MPa	105	m³	Note de calculs	57 balcons en béton en porte à faux N3 à N5
Barres d'armature	5	t	Fournisseurs	armature pour les balcons
Toiture				
Barres d'armature	19	t	Fournisseurs	
Béton 30 MPa	221	m³	Note de calculs	dalle avec pente incorporée
Murs extérieurs				
Montant métallique	32	t	Note de calculs	colombage 152mm, 400 c/c calibre 22
Murs intérieurs				
Montant métallique	28	t	Note de calculs	colombage 90mm, 400 c/c calibre 25 pour murs des corridors communs et murs mitoyens entre 2 unités

Québec, 20 septembre 2019

**Ministère de la Forest, de la Faune et des parcs (MFFP) et
Conseil de gestion du Fonds Verts**

Projet : Condo le Kaméléon, Québec
Protocole de quantification GES Matériaux de structure

Par la présente, je certifie que j'ai été mandaté par Synchro Inc pour préparer les estimés des quantités de matériaux GES pour le projet ainsi que pour le scénario de référence. Je certifie, également, que la méthode utilisée respecte ou dépasse les niveaux de précision demandés et que tous les renseignements ou documents fournis ont été préparés par moi-même, et sont complets et exacts.



Yvan Blouin, architecte

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 : Yvan Blouin Architecture

Bâtiment étudié : Le Kaméléon

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

Client : **Synchro Inc.**

Étude réalisée par : Diego Flores

Approuvée par : Yannick Lessard, ing.

Date : 27 novembre 2019 (révision 1)

1 Contexte

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

Les objectifs du programme sont précisément les suivants :

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

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

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

Le projet doit faire l'objet d'une étude de quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) conforme aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 2 de la norme ISO 14064 indiquant les GES évités par rapport à un scénario de référence.

Synchro Inc. a mandaté Cecobois pour réaliser l'étude de quantification de la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication de matériaux de structure du bâtiment Le Kaméléon, pour son admission à la catégorie « Vitrine technologique de bâtiments innovants ». L'étude réalisée est basée sur l'ensemble des informations fournies par **Synchro Inc.**.

La vérification du rapport par une tierce partie qui en détient les compétences, conformément aux spécifications et aux lignes directrices de la partie 3 de la norme ISO 14064, reste la responsabilité de **Synchro Inc.**.

2 Objectifs

L'objectif de cette étude est de quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé, soit **Le Kaméléon**, 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 projet réalisé et du scénario de référence doivent être développées en suivant le cadre défini 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**. Ces données ont été fournies à Cecoboïs par **Synchro Inc.**.

3.2 Limitations de l'analyse Gestimat

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

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

3.3 Projet réalisé

Le projet comporte six étages. Sa superficie totale de plancher hors sol est de 7 076 mètres carrés au sol et sa superficie au sol est de 1 338 mètres carrés. Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½ (niveaux 2 à 6). Le rez-de-chaussée se divise, quant à lui, en trois locaux commerciaux de tailles allant de 210 mètres carrés à 560 mètres carrés. Le projet comporte également deux étages souterrains utilisés pour les stationnements, les locaux de rangements et les salles mécaniques. Enfin, une terrasse et une salle d'entraînement ont été aménagées au niveau 6 pour l'usage exclusif des occupants (commerciaux et résidentiels).

Le bâtiment est pourvu d'une structure hybride composée de différents types de matériaux. Les dalles, les poutres et les colonnes des deux niveaux de sous-sol et le rez-de-chaussée sont en béton armé. Les niveaux 2 à 6 sont pourvus d'une structure utilisant des panneaux de CLT agissant comme murs porteurs auxquels sont jumelés des poutrelles d'acier qui supporte une dalle de béton sur pontage métallique pour les planchers et la toiture-terrasse. Les balcons des logements sont préfabriqués en béton armé. Le toit principal au niveau 7 est composé d'une structure conventionnelle utilisant des fermes de toit en bois d'œuvre recouvert d'un contreplaqué cloué (toit à bassin). La structure des murs intérieurs et extérieurs est composée d'une ossature légère en bois d'œuvre.

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

3.4 Scénario de référence

Pour fin de comparaison, il est convenu que les aménagements des stationnements en sous-sol et les espaces commerciaux au du rez-de-chaussée du scénario de référence sont aménagés et construits de façon identique au projet réalisé. Ainsi, ces trois niveaux peuvent être exclus de l'analyse comparative.

Le scénario de référence est un bâtiment ayant une architecture identique au projet réalisé. Sa structure est complètement en béton armé, incluant les planchers, les colonnes, la toiture, les murs porteurs et de refends et les gaines des cages d'escalier et de l'ascenseur. Les planchers sont constitués d'une dalle de 200 mm reposant sur des colonnes alignées avec celles des étages inférieurs. Les balcons des logements sont en béton armé et sont construits sur place.

La hauteur totale du bâtiment est légèrement moindre, soit 1,2 mètre de moins, dû à la différence des épaisseurs des planchers et de la toiture qui dépendent de la composition de matériaux utilisée. Dans le cas à l'étude, l'épaisseur du plancher du projet réalisé, composé de poutrelles d'acier supportant la dalle de béton sur pontage métallique, est

18 pouces tandis que celle du scénario de référence, composé d'une dalle simple de béton, est 8 pouces. Pour ce qui est de la toiture, son épaisseur pour le projet réalisé, composée de fermes de toit en bois d'œuvre recouvert d'un contreplaqué cloué (toit à bassin), est 30 pouces tandis que celle du scénario de référence, composée d'une dalle de béton avec pente incorporée, est 20 pouces. La structure des murs intérieurs et extérieurs est composée d'une ossature légère en acier (colombage métallique).

Les quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence ont été entrées dans Gestimat selon les données fournies par **Synchro Inc.** (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 **Synchro Inc.** pour quantifier la réduction des émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment Le Kaméléon en le comparant avec un scénario de référence.

Cette analyse a été réalisée à l'aide de Gestimat comme spécifié par le **Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments**, produit par GCM Consultants, en date du 27 septembre 2018.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé ainsi que pour le scénario de référence ont été fournies par **Synchro Inc.**. 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 **Synchro Inc.**

4 Résultats et analyse

4.1 Projet réalisé

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure pour le projet réalisé sont estimées à 498 643 kg éq. CO₂, soit 70 kg éq. CO₂/m² de plancher. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 3.

L'analyse des fondations du scénario de référence a été exclue de cette analyse comparative, car elles ont été considérées identiques au projet réalisé. Par conséquent, les matériaux des fondations du projet réalisé n'ont pas été quantifiés et leurs contributions aux émissions de GES des matériaux de structure du projet réalisé n'ont pas été évaluées.

Les émissions de GES des matériaux des systèmes constructifs des poutres et colonnes, composés de bois et d'acier, et des planchers, composés de béton armé et d'acier, représentent près de 98 % des émissions de GES totales du projet réalisé, soit respectivement 13 % et 85 %. De façon générale, les matériaux en acier contribuent majoritairement aux émissions de GES totales du projet réalisé, soit à 58 %, suivi des

matériaux en béton, à 34 %. La toiture et les murs intérieurs et extérieurs, composés principalement de matériaux en bois, contribuent très faiblement aux émissions de GES totales du bâtiment, soit à 2 % (figure 1).

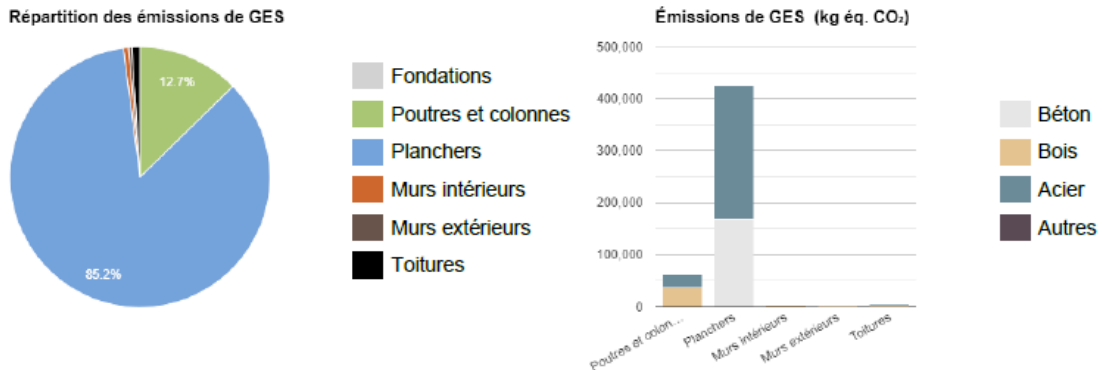


Figure 1 - Émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé

4.2 Scénario de référence

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 831 960 kg éq. CO₂, soit 118 kg éq. CO₂/m². Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Comme précisé précédemment, l'analyse des fondations du scénario de référence a été exclue de cette analyse comparative, car elles ont été considérées identiques au projet réalisé. Par conséquent, les matériaux des fondations du scénario de référence n'ont pas été quantifiés et leurs contributions aux émissions de GES des matériaux de structure du scénario de référence n'ont pas été évaluées.

La structure du scénario de référence, incluant les poutres et colonnes, les planchers et la toiture, est principalement en béton armé. Ces systèmes constructifs représentent 82 % des émissions de GES totales du scénario de référence, soit respectivement 12 %, 59 % et 11 %. Les matériaux en béton et en acier qui composent ces systèmes constructifs représentent respectivement 61 % et 21 % des émissions de GES totales du scénario de référence. Les murs intérieurs et extérieurs, composés uniquement de matériaux en acier, contribuent pour leur part à 18 % de ces émissions de GES totales (figure 2).

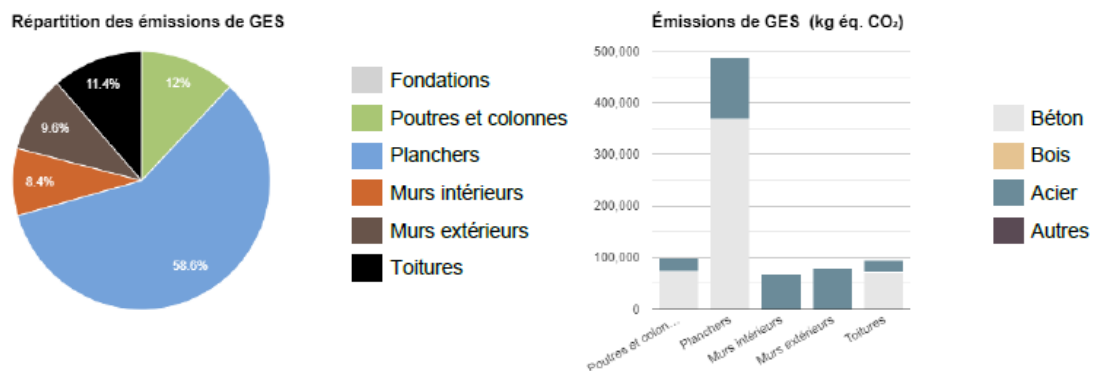


Figure 2 - Émissions de GES attribuables à la structure du scénario de référence

4.3 Réduction des émissions de GES

Le projet réalisé amène une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 333 317 kg éq. CO₂. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 5.

Les fondations ont été considérées identiques pour les deux scénarios. Leurs analyses ont donc été exclues de l'analyse comparative.

La différence entre les scénarios est en grande partie attribuable aux matériaux de la toiture et des murs intérieurs et extérieurs, qui sont majoritairement en bois pour le projet réalisé, alors qu'ils sont en acier et en béton armé pour le scénario de référence. Les émissions de GES associées aux matériaux en acier sont similaires dans les deux scénarios, bien que les configurations de matériaux considérées ne soient pas les mêmes.

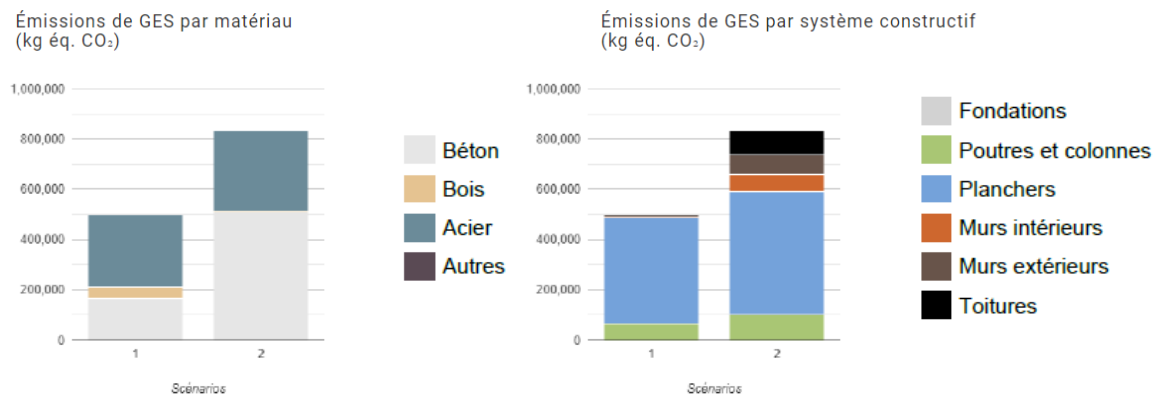


Figure 3 - Comparaison des émissions de GES attribuables à la structure du projet réalisé (1) et du scénario de référence (2)

5 Conclusions

Dans le cadre du programme de vitrine technologique du MFFP, Cecobois a été mandaté par **Synchro Inc.** pour quantifier la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables à la fabrication des matériaux de structure du bâtiment Le Kaméléon en le comparant avec un scénario de référence.

Les quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé, ainsi que pour le scénario de référence, ont été fournies par **Synchro Inc.**. 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, en date du 5 septembre 2019, à partir des informations et des quantités de matériaux fournies par **Synchro Inc.**. L'analyse a été révisée en date du 27 novembre 2019 à la suite de l'envoi, par **Synchro Inc.**, d'une demande de correction de certaines quantités de matériaux.

Les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet réalisé sont estimées à 498 643 kg éq. CO₂, soit 70 kg éq. CO₂/m², alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du scénario de référence sont estimées à 831 960 kg éq. CO₂, soit 118 kg éq. CO₂/m².

Selon ces données, le projet réalisé entraîne **une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 333 317 kg éq. CO₂.**

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 la responsabilité de **Synchro Inc.**.

Annexe 1

Quantités de matériaux de structure pour le projet réalisé

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
CLT	500	m³	Fournisseurs	incluants murs porteurs + les gaines, ascenseur et escaliers
LVL	3	m³	Note de calculs	poutre dans l'entreplafond
HSS	11	t	Fournisseurs	structure d'acier pour le contreventement latéral niveau 2 jusqu'au toit et autres éléments structuraux en acier
Plaques d'acier minces	453	kg	Note de calculs	encrage du CLT au béton niveau 2
Clous	851	kg	Note de calculs	clous pour les plaques d'encrage pour les panneaux en CLT. Plaque d'encrage en contreplaqué 12 mm, volume inclus au 500 m3 ci-dessus
Vis, écrous et boulons	731	kg	Note de calculs	vises 200 mm reliant les panneaux de CLT entre eux
AJOUTER				
Planchers				
Pontage en acier	41	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6
Poutrelles d'acier ajourées	49	t	Fournisseurs	poutrelle 300 MM à 1250 c/c
Plaques d'acier épaisses	2664	kg	Note de calculs	sabot et attache pour balcon préfabriqué en béton (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Béton 30 MPa	426	m³	Note de calculs	béton sur pontage d'acier N3 à N6
Béton 35 MPa	105	m³	Note de calculs	balcons préfabriqués en béton (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Barres d'armature	3	t	Note de calculs	armature des balcons préfabriqués du N3 à N5
Treillis d'armature	18	t	Fournisseurs	plancher 3 à 6 treillis sur pontage d'acier
AJOUTER				
Toiture				
Contreplaqué	13	m³	Note de calculs	recouvrement des fermes de toiture en bois
Clous	91	kg	Note de calculs	clouage du contreplaqué sur les fermes
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	ferme de toiture à bassin en bois, conventionnelles
Plaques d'acier minces	840	kg	Note de calculs	connecteur métallique pour assemblage des composantes des fermes de toitures
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Bois d'œuvre	40	m³	Note de calculs	mur extérieur en colombage de bois 2" X 6"
AJOUTER				
Murs intérieurs				
Bois d'œuvre	57	m³	Note de calculs	mur intérieur en colombage de bois 2" X 4"
AJOUTER				

Annexe 2

Quantités de matériaux de structure pour le scénario de référence

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la précision)
Fondations				
				aucune comparaison, construction identique dans les 2 projets construits du ssol 2 jusqu'au plancher du niveau 2 inclus.
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	245	m³	Note de calculs	incluant murs de refends et gaines ascenseur et escaliers
Barres d'armature	21	t	Fournisseurs	
AJOUTER				
Planchers				
Béton 30 MPa	1042	m³	Note de calculs	du niveau 3 jusqu'au plancher du niveau 6 inclus
Barres d'armature	90	t	Fournisseurs	armature dalle structurale (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Béton 30 MPa	105	m³	Note de calculs	57 balcons en béton en porte à faux N3 à N5 (ajustée par Yannick Lessard, se référer au fichier DOC271119-27112019102509.pdf transmis le 27 novembre 2019 par M. Yvan Blouin)
Barres d'armature	5	t	Fournisseurs	armature pour les balcons
AJOUTER				
Toiture				
Barres d'armature	19	t	Fournisseurs	
Béton 30 MPa	221	m³	Note de calculs	dalle avec pente incorporée
AJOUTER				
Murs extérieurs				
Montant métallique	32	t	Note de calculs	colombage 152 MM, 400 c/c calibre 22
AJOUTER				
Murs intérieurs				
Montant métallique	28	t	Note de calculs	colombage 90 MM, 400 c/c calibre 25 pour murs des corridors communs et murs mitoyens entre 2 unités
AJOUTER				

Annexe 3

Rapport Gestimat – Projet réalisé

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



Scénario : Projet réalisé

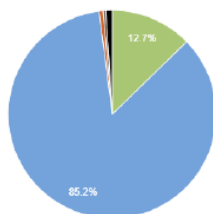
Nom du projet : Le Kaméléon No du projet : 001
 Nom du scénario : Projet réalisé Type de saisie : Saisie détaillée

Description / Notes :

Projet comportant du bois

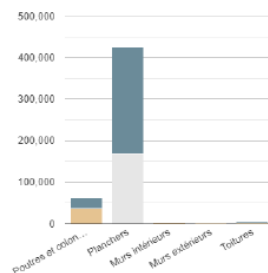
Projet réalisé Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Matériaux				TOTAL	%
		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Poutres et colonnes	0,00	35 856	27 497	0,00	63 353	12,71
	Planchers	167 820	0,00	257 227	0,00	425 047	85,24
	Murs intérieurs	0,00	3 078	0,00	0,00	3 078	0,62
	Murs extérieurs	0,00	2 160	0,00	0,00	2 160	0,43
	Toitures	0,00	2 716	2 289	0,00	5 005	1,00
	Total GES (kg éq. CO₂)	167 820	43 810	287 013	0,00	498 643	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		23,72	6,19	40,56	0,00	70,47	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version : Révision 1

Dernière modification du projet : 2019-11-27
 Génération du rapport : 2019-11-27

Annexe 4

Rapport Gestimat – Scénario de référence

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



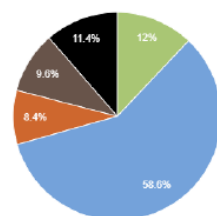
Scénario : Scénario de référence

Nom du projet : Le Kaméléon No du projet : 001
 Nom du scénario : Scénario de référence Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Scénario majoritairement en béton

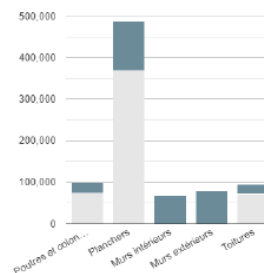
Scénario de référence		Matériaux				TOTAL	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Poutres et colonnes	73 500	0,00	26 628	0,00	100 128	12,04
	Planchers	367 040	0,00	120 460	0,00	487 500	58,60
	Murs intérieurs	0,00	0,00	69 776	0,00	69 776	8,39
	Murs extérieurs	0,00	0,00	79 744	0,00	79 744	9,59
	Toitures	70 720	0,00	24 092	0,00	94 812	11,40
	Total GES (kg éq. CO₂)	511 260	0,00	320 700	0,00	831 960	100%
GES par m ² (kg éq. CO ₂ /m ²)		72,25	0,00	45,32	0,00	118	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version : Révision 1

Dernière modification du projet : 2019-11-27
 Génération du rapport : 2019-11-27

Annexe 5

Rapport Gestimat – Comparaison des scénarios

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

SOMMAIRE DU PROJET

Nom du projet	Le Kaméléon	Type de projet	Construction neuve
No du projet	001	Type de bâtiment	Habitation (multiétagées, logements sociaux, auberges, etc.)
Municipalité	Québec		
Région administrative	Capitale-Nationale	Nombre étage(s)	6
Année prévue	2017-2018	Superficie au sol (m²)	1338
Budget prévu	15 300 000	Superficie totale (m²)	7076
		Version du projet	Révision 1

Description / Notes :

Il constitue un ensemble de 72 unités résidentielles allant du studio au 6 ½" (niveaux 2 à 6). Le projet comporte également 2 étages souterrains qui accueillent des stationnements, des locaux de rangements et les salles mécaniques.

SCÉNARIOS ANALYSÉS

	Nom	Total GES (kg éq. Co ₂)	Description (Structure principale; structure secondaire; mur de remplissage)
Scénario 1	Projet réalisé	498 643	Projet comportant du bois
Scénario 2	Scénario de référence	831 960	Scénario majoritairement en béton
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	Scénario 2	Béton	831 960
Scénario retenu	Scénario 1	Autres	498 643
Émissions de GES évitées			333 317

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		8	6	0	0	0	0
Fondations	m ³ béton armé						
Poutres et colonnes	m ³ béton armé		245 m ³				
	m ³ bois	503 m ³					
	tonnes acier	11,00 tonnes					
Planchers	m ² de planchers	5 352 m ²	5 352 m ²				
Murs intérieurs	m ² de murs						
Murs extérieurs	m ² de murs						
Toitures	m ² de toitures	1 338 m ²	1 338 m ²				

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	167 820	511 260				
 Bois	43 810					
 Acier	287 013	320 700				
 Autres						
GES par système constructif	(kg éq. CO ₂)					
 Fondations						
 Poutres et colonnes	63 353	100 128				
 Planchers	425 047	487 500				
 Murs intérieurs	3 078	69 776				
 Murs extérieurs	2 160	79 744				
 Toitures	5 005	94 812				
Total GES (kg éq. CO ₂)	498 643	831 960				
GES par m² (kg éq. CO ₂ /m²)	70,47	118				

