



Habitations Pointe-aux-Lièvres, Québec
(Lafond Côté Architectes)



Habitations Rêvanous, Montréal
(Ruccolo + Faubert Architectes)

ANALYSE COMPARATIVE DU CYCLE DE VIE DE BÂTIMENTS SELON DIFFÉRENTS SYSTÈMES CONSTRUCTIFS

Présentée par

Julie-Anne Chayer, ing., Vice-présidente – Responsabilité d'entreprise

Madavine Tom, ing., Analyste principale

14 août 2019

Mandatée par :

**Société
d'habitation**
Québec 

www.groupeageco.ca

G R O U P E
AGÈCO

PLAN DE LA PRÉSENTATION



1 Contexte, objectifs et survol de la méthodologie

2 La performance environnementale des
Habitations de Pointe-aux-Lièvre

3 La comparaison avec les Habitations
Rêvanous

4 Recommandations

NOTRE ÉQUIPE



Actifs depuis près de 20 ans
dans les domaines de
l'économie agroalimentaire
et des **ressources naturelles**,
du **développement durable**
et de la **responsabilité**
sociale des entreprises

Une équipe multidisciplinaire qui
allie expertise, expérience, rigueur
dynamisme et innovation.

20 experts
professionnels

Ingénieurs | Agronomes | Économistes | Gestionnaires

1000+ mandats
réalisés

au Québec, dans le reste du Canada et à l'étranger

NOTRE EXPERTISE DANS LE SECTEUR DU BÂTIMENT DURABLE

Groupe AGÉCO
accompagne ses clients
pour comprendre leur
environnement
d'affaires et intégrer
des pratiques
responsables

Plus d'une trentaine de projets reliés exclusivement aux déclarations environnementales de produits (Canada, États-Unis, Europe et Chine)

Experts dédiés et reconnus (construction et bâtiment durable, déclaration environnementale de produits, « Health product declaration », cycle de vie de bâtiment complet avec nombreuses firmes d'architecture)

Collaboration avec tous les opérateurs de programme (CSA, FP Innovations ULE, ASTM, Environdec, ICC-ES, NSF)

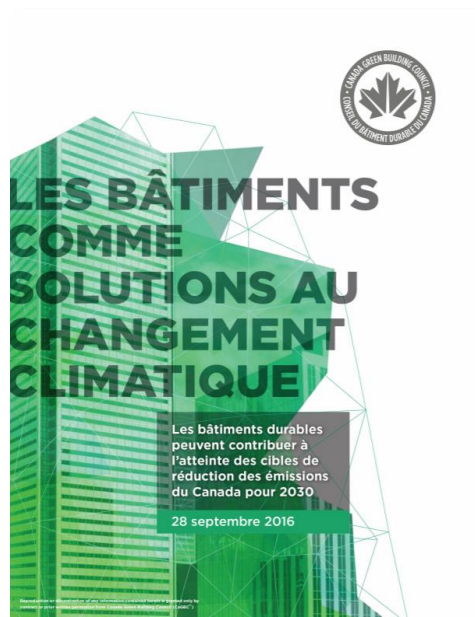
Participation active au sein de comités techniques du secteur (Conseil du bâtiment durable du Canada, Program Operator Consortium, CCN, FCCQ -Comité Économie Verte)

Collaboration avec les acteurs de l'industrie du bâtiment, les concepteurs, les donneurs d'ouvrage, en passant par l'industrie du détail.

NOTRE TRAVAIL ET LES PROJETS RÉALISÉS AVEC LA SHQ S'INSCRIVENT DANS...



... une mouvance des normes et standards et une croissance des initiatives associées au bâtiment durable tant au Québec que dans le monde



La construction de bâtiments plus écologiques comme réponse au défi des changements climatiques



De nouvelles normes et critères englobants et basés sur une **approche cycle de vie**

La réduction des GES comme indicateur de performance d'un bâtiment



Plusieurs conférences et présentations sur les résultats ont été réalisées.

2016

Afin de mieux comprendre l'impact environnemental d'un bâtiment multi-résidentiel, la **SHQ** a mandaté **Groupe AGÉCO** pour la réalisation de l'**analyse de cycle de vie (ACV)** du projet résidentiel des **Habitations de Pointe-aux-Lièvres** dont le système constructif est en bois.

Une **comparaison** avec un bâtiment ayant une **structure en béton et en acier** (Habitations Rêvanous) a également été réalisée.

2019

Dans le but de **valider la robustesse de l'étude** et de **permettre une éventuelle communication publique** des résultats comparatifs entre les deux bâtiments à l'étude, un **rapport détaillé conforme aux normes ISO 14040 et 14044** a été réalisé avec un **processus de revue critique** par un comité d'experts indépendants.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE



Établir le bilan environnemental du cycle de vie complet des bâtiments à l'étude

Identifier les points chauds (c.-à-d. les plus grands contributeurs aux impacts environnementaux potentiels) du projet résidentiel de Pointe-aux-Lièvres

Comparer le bilan environnemental du projet résidentiel de Pointe-aux-Lièvres avec celui d'un autre **projet résidentiel réel équivalent ayant un système constructif en béton et en acier** (Habitations Rêvanous)

Communiquer sur la performance environnementale d'un immeuble à logements construit avec une ossature légère de bois à un plus large public

OBJECTIFS DE LA REVUE CRITIQUE

La revue critique sert à s'assurer
(conformément à la norme ISO 14044) :

- de la **cohérence des méthodes** utilisées avec la norme ISO 14044
- de la **validité technique et scientifique** des méthodes utilisées
- que les **données utilisées sont appropriés et raisonnables** par rapport à l'objectif de l'étude
- que les **interprétations reflètent les limites identifiées et l'objectif** de l'étude
- que le **rapport** détaillé est **transparent et cohérent**

Comité de revue critique



- **Annie Levasseur, Ph.D. (présidente du comité)**
Professeure au département de génie de la construction (École de technologie supérieure)
- **Mourad Ben Amor, Ph.D.**
Professeur agrégé au département de génie civil et de génie du bâtiment (Université de Sherbrooke)
- **William Leblanc, Arch., PA LEED BD+C**
Architecte senior, Responsable des certifications (Coarchitecture)

POURQUOI L'ACV?

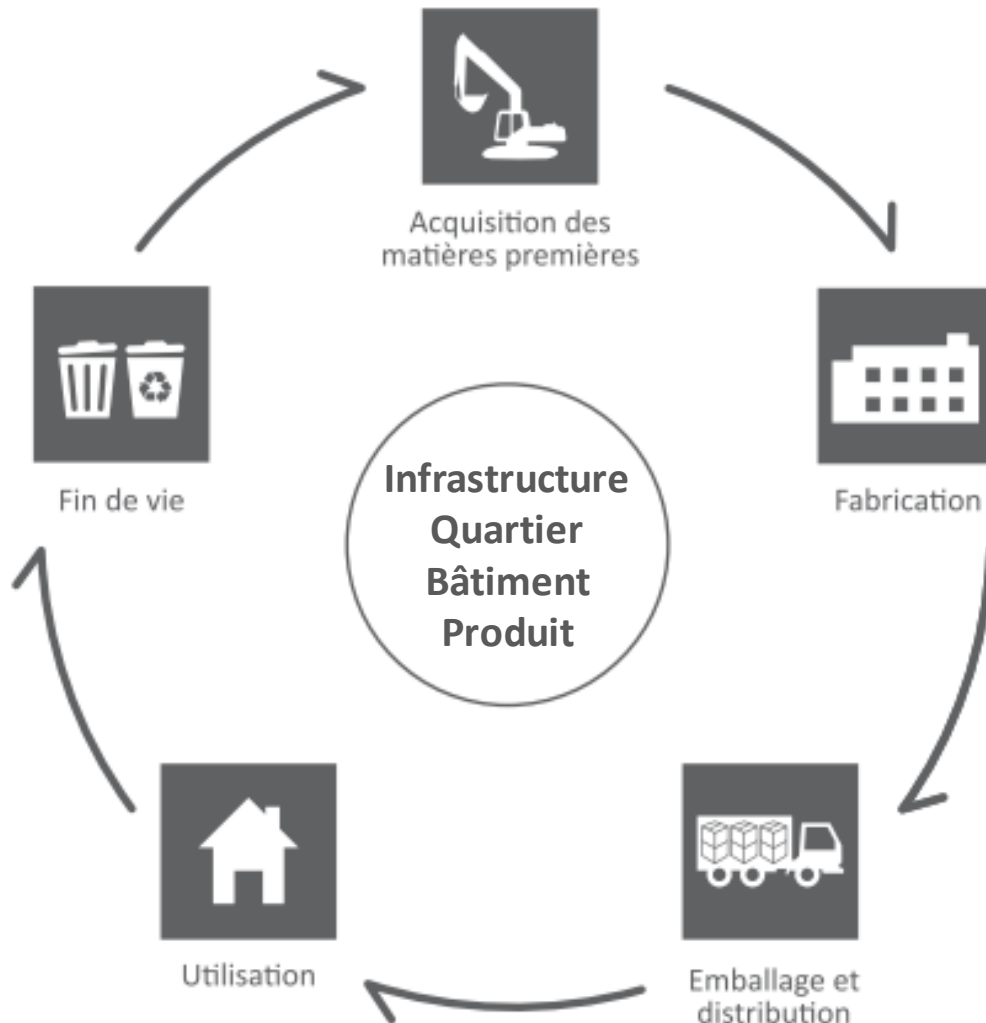


Aucune émission?

Émissions ailleurs!

Permet d'éviter les déplacements d'impact et d'obtenir une vue d'ensemble

L'ACV : UNE MÉTHODOLOGIE RECONNUE



Analyse du cycle de vie
ISO 14040 et 14044

Méthode d'évaluation des impacts
TRACI v2.1

CE QUE L'ACV MESURE

Inventaire des flux

Plus de 500 flux

Matières
premières utilisées

Déchets générés

Émissions liées à la
production des
matériaux, à la
consommation
d'énergie et au
transport

Etc.

CE QUE L'ACV MESURE

Inventaire des flux	➔	Méthodologie d'évaluation des impacts
<i>Plus de 500 flux</i> Matières premières utilisées Déchets générés Émissions liées à la production des matériaux, à la consommation d'énergie et au transport Etc.		<i>Flux A</i> = <i>X émissions de Y ayant un impact potentiel sur la catégorie d'impact Z</i> En Amérique du Nord, une des méthodologies les plus utilisées pour les DEP est la méthode TRACI 

CE QUE L'ACV MESURE

Inventaire des flux	➤	Méthodologie d'évaluation des impacts	➤	Indicateurs environnementaux
Matières premières utilisées Déchets générés Émissions liées à la production des matériaux, à la consommation d'énergie et au transport Etc.		<i>Flux A</i> = <i>X émissions de Y ayant un impact potentiel sur la catégorie d'impact Z</i> En Amérique du Nord, une des méthodologies les plus utilisées pour les DEP est la méthode TRACI 		<i>Regroupement des catégories d'impact par indicateur</i> Changements climatiques Destruction de la couche d'ozone Acidification des terres Eutrophisation Eau consommée

L'ÉVALUATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

**Changements
climatiques**



**Destruction de
la couche
d'ozone**



**Acidification des
terres**



Eutrophisation



**Inventaire de l'eau
consommée**





1 Contexte, objectifs et survol de la méthodologie

2 La performance environnementale des
Habitations de Pointe-aux-Lièvre

3 La comparaison avec les Habitations
Rêvanous

4 Recommandations

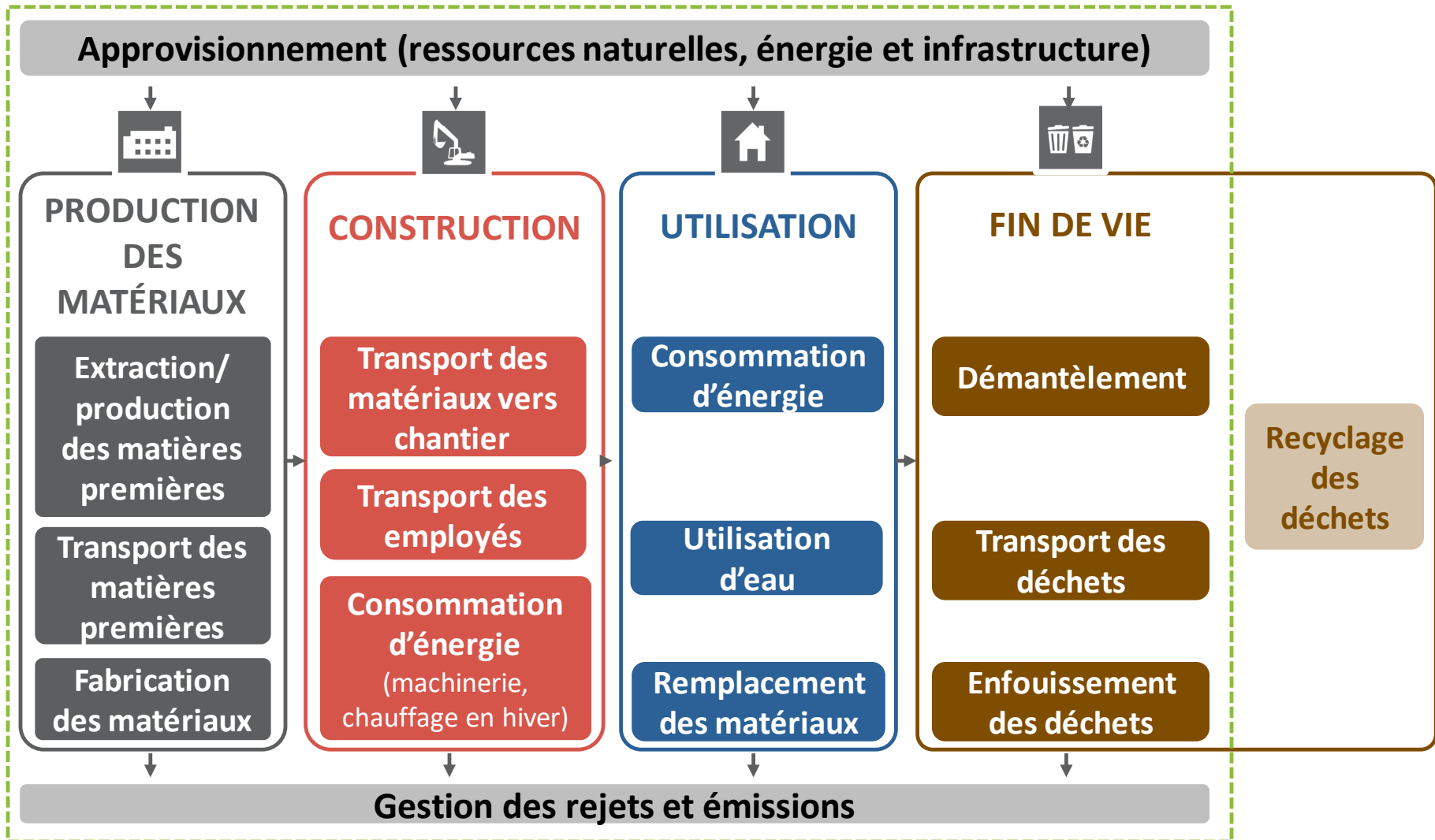
UNITÉ FONCTIONNELLE

Les impacts potentiels des bâtiments à l'étude sont rapportés sur la base de l'unité fonctionnelle suivante :

Mettre à disposition un **espace de vie d'une superficie de 1 m² de surface habitable**, dans un bâtiment résidentiel pour une durée de **75 ans** au Québec en 2016

(basée sur une superficie moyenne de 72,7 m² par logement pour 2,8 occupants)

ÉTAPES DU CYCLE DE VIE CONSIDÉRÉES



Frontières du système

HABITATIONS DE POINTE-AUX-LIÈVRES



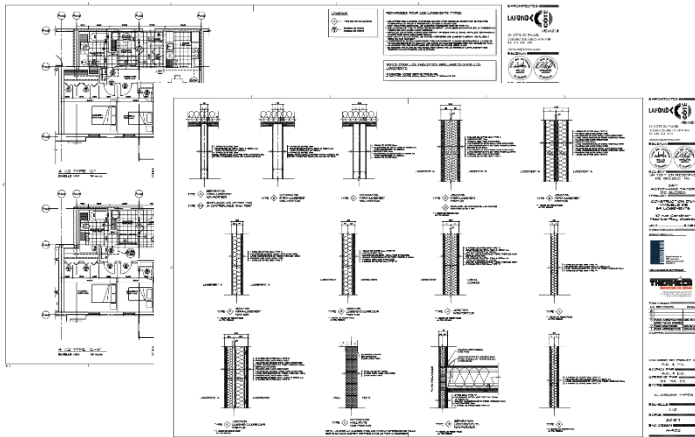
Localisation	Québec (Quartier Pointe-aux-Lièvres)
Construction complétée en	2016
Système constructif	Ossature légère de bois (2x6)
Surface habitable	5 052,29 m ²
Surface habitable d'un logement moyen	85,6 m ²
Nombre de logements	59
Nombre d'étages	6
Système de chauffage	Plinthe électrique
Certifications	Novoclimat

DONNÉES ET HYPOTHÈSES

Qualité des données : **BONNE**

Intégré le plus de données primaires possible et utilisation de données secondaires fiables et récentes

Données primaires collectées auprès de la SHQ
pour les listes de matériaux (types et quantités), les plans et devis

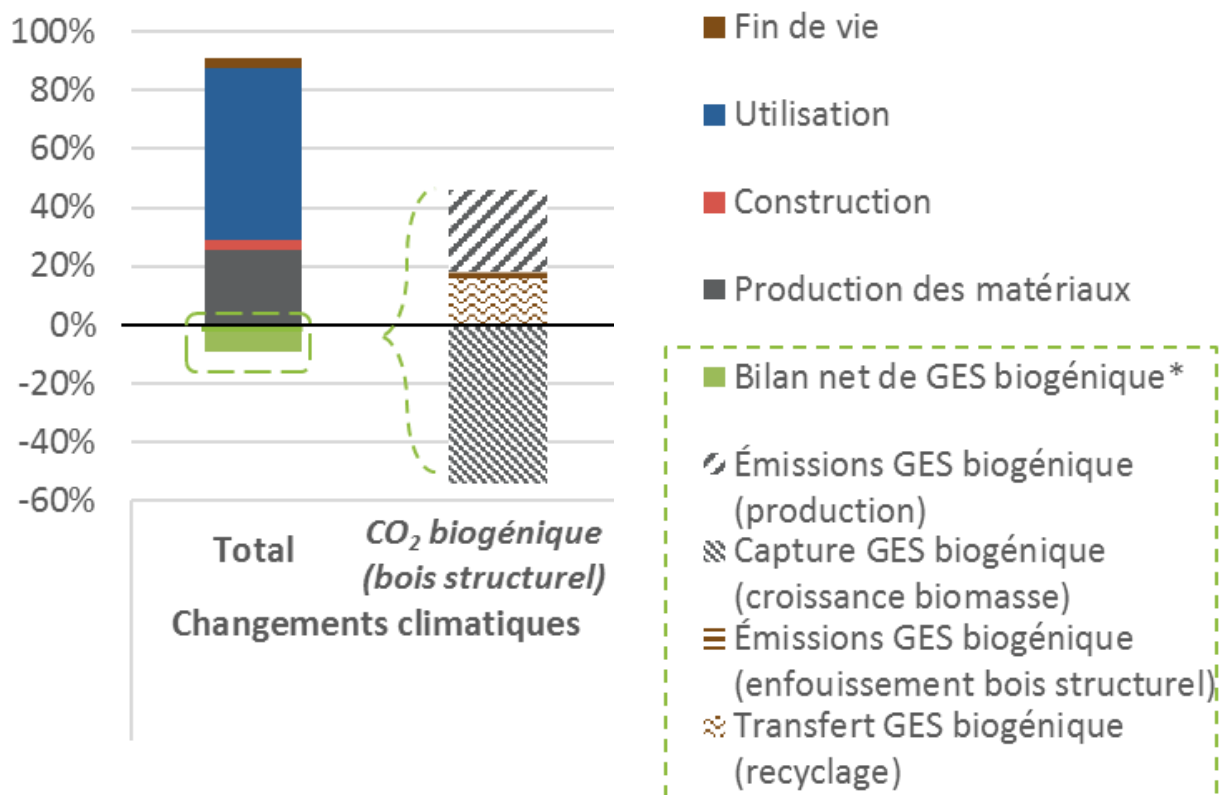


Données issues de la base de données ecoinvent
reconnue par la communauté scientifique internationale pour sa complétude et sa qualité des données

Données de la littérature
dont une étude réalisée au Canada sur la construction d'un bâtiment multi-résidentiel visant à analyser les émissions de GES générées

RÉSULTATS GLOBAUX

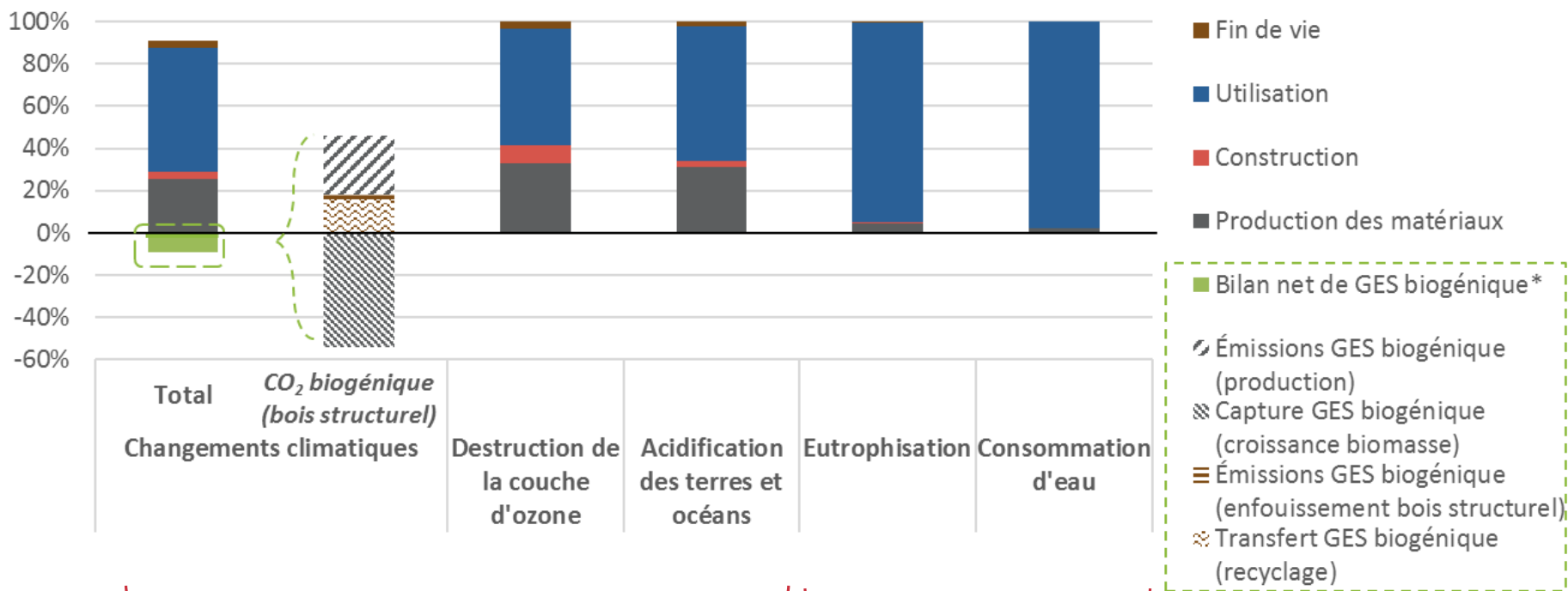
Contribution relative des étapes du cycle de vie à l'indicateur Changements climatiques



**Note : Le bilan de GES a été évalué en considérant un scénario conservateur, c.-à-d. que les résidus forestiers issus de la production des composantes structurelles en bois ne sont pas valorisés. Les résidus incluent uniquement les branches et racines laissées en forêt à la suite de la coupe du bois.*

RÉSULTATS GLOBAUX

Contribution relative des étapes du cycle de vie aux indicateurs évalués



Principaux contributeurs

Utilisation
(énergie et remplacement des matériaux)
Production des matériaux

Utilisation
(surtout énergie)

PRINCIPAUX CONSTATS

Plus grands contributeurs aux impacts potentiels :



**Consommation
d'électricité** par les
occupants

27 à 98 %

des impacts potentiels sur les changements climatiques, la destruction de la couche d'ozone et la consommation d'eau



Près de ½

des impacts potentiels
sur les **changements
climatiques** sont liés à
la **consommation
d'électricité et d'eau**
par les occupants sur
une période de 75 ans

PRINCIPAUX CONSTATS

Plus grands contributeurs aux impacts potentiels :

**Consommation
d'électricité** par les
occupants

27 à 98 %

des impacts potentiels sur les changements climatiques, la destruction de la couche d'ozone et la consommation d'eau

Près de ½

des impacts potentiels sur les **changements climatiques** sont liés à la **consommation d'électricité et d'eau par les occupants sur une période de 75 ans**

0,64 GJ/m²

d'énergie consommée en moyenne par surface habitable dans le secteur résidentiel au Québec, selon les statistiques de Ressources naturelles Canada (2016) – hypothèse conservatrice

Il est considéré que la consommation d'énergie (et d'eau) dans les bâtiments sont souvent **plus tributaires du comportement des occupants que du type de système constructif** (Delzendeh et coll., 2017; CIRCERB, 2016)

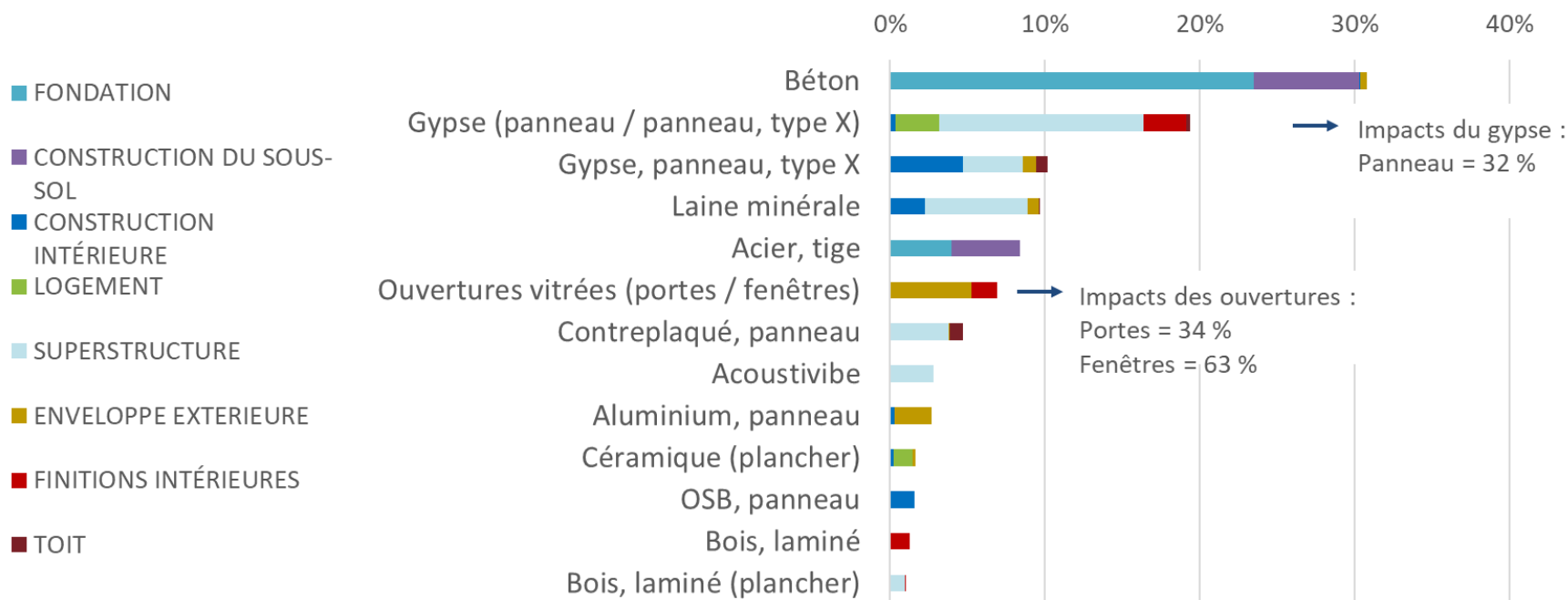
PRINCIPAUX CONSTATS

Production des matériaux

28 à 33 %

des impacts potentiels sur les changements climatiques, la destruction de la couche d'ozone et l'acidification

Contribution des 13 catégories de matériaux représentant 95 % des impacts potentiels de l'étape de production (Changements climatiques)



PRINCIPAUX CONSTATS



Remplacement des matériaux

17 à 24 %

des impacts potentiels sur les changements climatiques, la destruction de la couche d'ozone et l'acidification



67 %

Le remplacement de **3 matériaux de finition intérieure fréquemment renouvelés** (gypse, fibre de verre pour le plafond en tuile acoustique et bois laminé pour le plancher) **équivalent à 67 % des impacts potentiels de l'ensemble des matériaux mis en œuvre lors de la construction initiale du bâtiment.**



Production et remplacement des matériaux

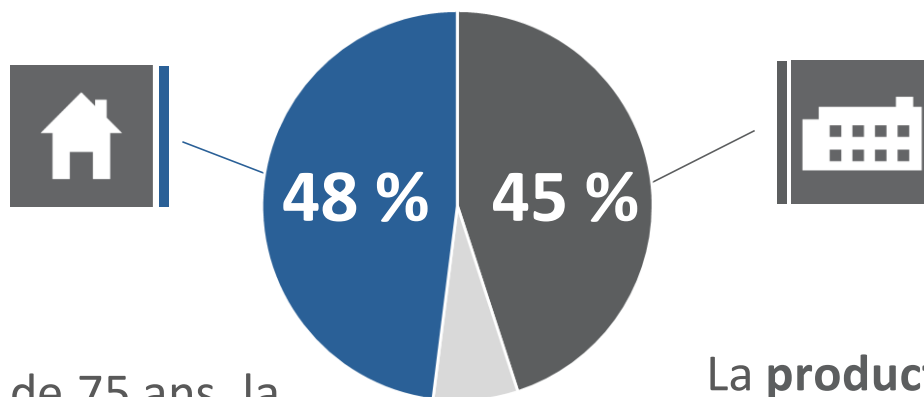


Près de ½

des impacts potentiels sur les **changements climatiques**, la **destruction de la couche d'ozone** et l'**acidification** sont liés à la **production et au remplacement des matériaux** (45 à 55 % selon l'indicateur)

DE L'IMPORTANCE DES MATÉRIAUX...

Pour l'indicateur sur les changements climatiques



Sur une période de 75 ans, la consommation d'énergie et d'eau durant l'étape **d'utilisation (exploitation) du bâtiment** représente environ la moitié des impacts.

La **production des matériaux et leurs remplacements** représentent également presque la moitié des impacts.

Avec la prise en compte du carbone biogénique, les émissions liées à :

- l'exploitation du bâtiment augmentent à 53 %
- la production et le remplacement des matériaux en plus de l'étape de fin de vie diminuent à 43 %



1 Contexte, objectifs et survol de la méthodologie

2 La performance environnementale des
Habitations de Pointe-aux-Lièvre

3 La comparaison avec les Habitations
Rêvanous

4 Recommandations

COMPARAISON DES BÂTIMENTS



Habitations Pointe-aux-Lièvres

Habitations Rêvanous

Localisation	Québec (Quartier Pointe-aux-Lièvres)	Montréal (Quartier Ahuntsic-Cartierville)
Construction complétée en	2016	2016
Système constructif	Ossature légère de bois (2x6)	Structure en béton
Surface habitable	5 052,29 m ²	4 724,01 m ²
Surface habitable d'un logement moyen	85,6 m ²	59,8 m ²
Nombre de logements	59	79
Nombre d'étages	6	6
Système de chauffage	Plinthe électrique	Plinthe électrique
Certifications	Novoclimat	Novoclimat

DONNÉES ET HYPOTHÈSES

Production
des matériaux

- Seuls les matériaux correspondants aux éléments Unifomat II susceptibles de distinguer les deux systèmes constructifs ont été retenus. Les matériaux de finition qui ne distinguent pas les systèmes constructifs (ex. : couvre-sol) n'ont pas été inclus dans la comparaison.
- L'utilisation de béton pour les planchers ne requiert pas de couches additionnelles de membranes ou panneaux acoustiques comme dans le cas des Habitations de Pointe-aux-Lièvres.

Matériaux	Unité (/m ²)	Pointe-aux-Lièvres	Rêvanous
Acier, tige (armature)	kg	8,49	42,52
Acier galvanisé (colombages et fourrures métalliques)	kg	0,792	5,36
Béton	m ³	0,22	0,55
Bois pour la structure (en majorité 2x6)	m ³	0,35	-
Caoutchouc, extrudé (membrane acoustique)	kg	8,58	-
Contreplaqué, panneau (cloisons, murs)	m ³	0,02	-
OSB + PP, panneau pare-air	m ²	0,001	-
Fibre de verre (panneau acoustique plancher)	kg	1,52	-
Film PP (pare-air)	m ²	-	0,48
Gypse, panneau	kg	42,87	27,73
Gypse, panneau, type X	kg	74,97	34,77
Laine minérale	kg	9,61	2,58

DONNÉES ET HYPOTHÈSES



Construction

- Mêmes modes de transport et distances pour le transport des matériaux.
- Temps de chantier pour les Habitations Rêvanous est plus long.
- L'utilisation de la machinerie prend en compte la différence d'intensité d'utilisation des équipements reliés à l'installation du béton.

Paramètre	Unité	Pointe-aux-Lièvres	Rêvanous
Temps de chantier	mois	10	12
Temps de chantier en hiver	mois	4	5
Transport des employés	km total	282 305	338 766
Chauffage hiver	kWh/m ²	4,8	6,0
Pelleteuse	heure/m ²	0,037	0,037
Pompe à béton	heure/m ²	0,017	0,042
Compacteur	heure/m ²	0,019	0,019
Chariot (Bobcat)	heure/m ²	0,022	0,014
Ascenseur (chariot élévateur)	heure/m ²	0,063	0,041
Finisseur de béton	heure/m ²	0,003	0,007

DONNÉES ET HYPOTHÈSES



Utilisation

- Mêmes comportements des occupants en lien avec la consommation d'énergie et l'utilisation d'eau (données génériques pour assurer une base comparative équivalente).
- Mêmes taux de remplacement pour les mêmes matériaux.

Paramètre	Unité	Pointe-aux-Lièvres	Rêvanous
Consommation d'énergie	GJ/m ² /an	0,64	
Utilisation d'eau	L/m ² /an	1 919	



Fin de vie

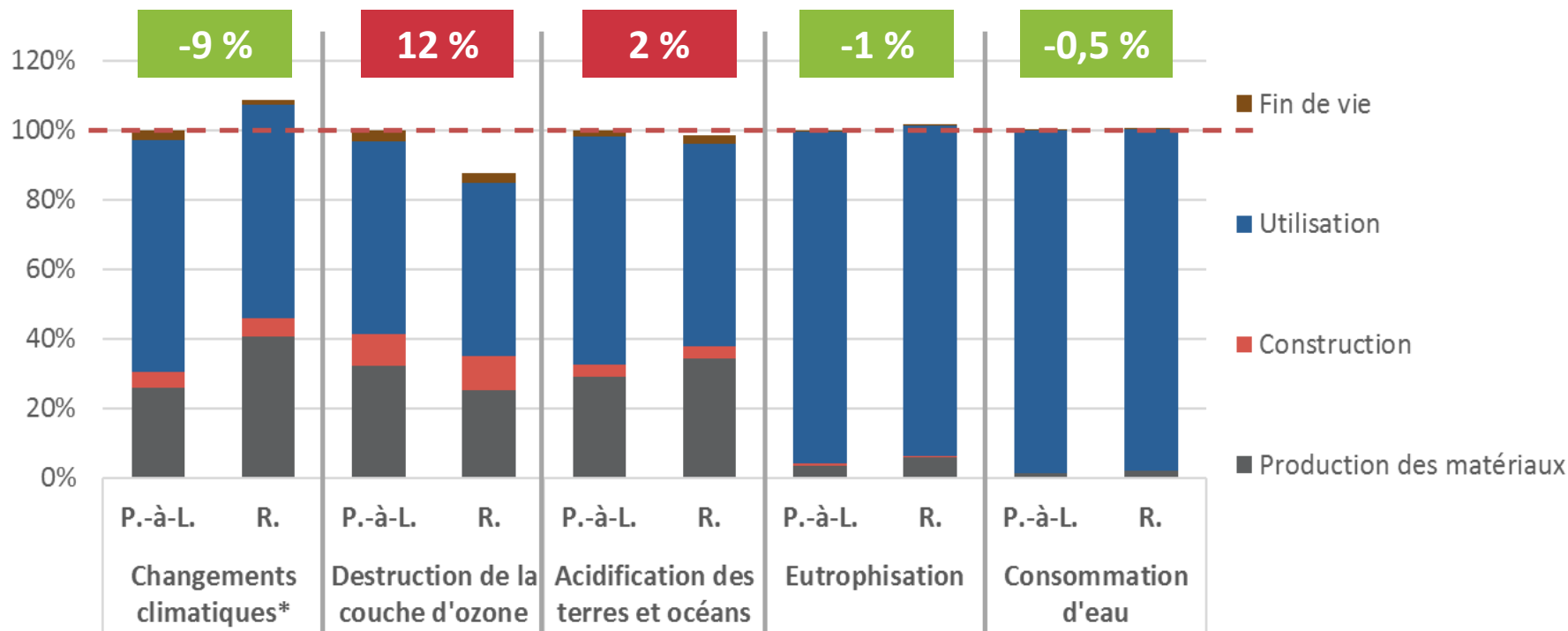
- Activités de démantèlement sont considérées identiques pour les deux bâtiments.
- Concassage du béton calculé en fonction de la quantité de béton par surface habitable.
- Mêmes hypothèses pour les taux d'enfouissement des déchets.

Paramètre	Unité	Pointe-aux-Lièvres	Rêvanous
Utilisation machinerie pour démantèlement	heure/m ²	0,11	
Quantité de béton à concasser	kg/m ²	517	1 327

RÉSULTATS

Impacts potentiels des Habitations Rêvanous (R.) par rapport à ceux des Habitations de
Pointe-aux-Lièvres (P.-à-L.)

(Habitations de Pointe-aux-Lièvres = 100 %)



*Notes :

- (1) les % calculés pour P.-à-L. sont différents de ceux présenté précédemment, car uniquement les matières à comparer ont été prises en compte
- (2) Le bilan des émissions et de la capture de GES biogéniques n'est pas inclus dans ce graphique.

PRINCIPAUX CONSTATS



Production et remplacement des matériaux

Les **Habitations de Pointe-aux-Lièvres** (bois) a **moins d'impact potentiel** lors de la **production des matériaux**, mais nécessite un **remplacement de matériaux plus important**.

Plus de béton pour Rêvanous

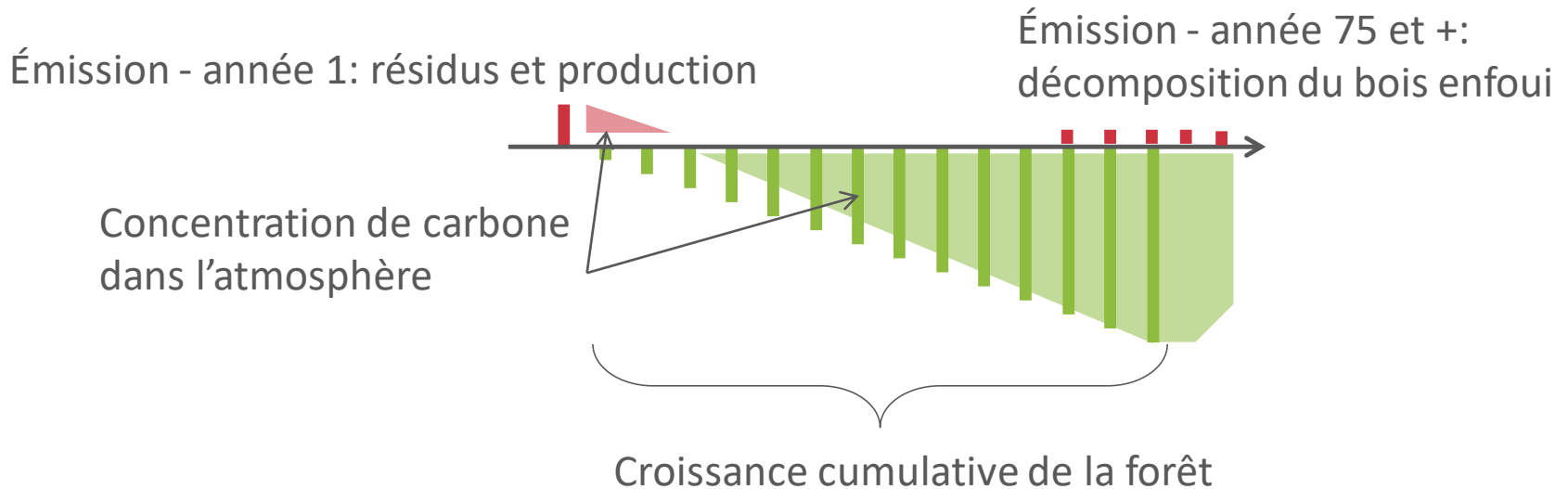
157 % plus de béton par m² de surface habitable lors de la construction initiale

Plus de remplacement de gypse et de laine minérale pour Pointe-aux-Lièvres

Pour répondre aux exigences de sécurité contre les incendies pour ce type de construction. Les impacts sont surtout liés à la production de ressources pétrolières (énergie ou matériau) pour la production des matériaux.

ET SI ON CONSIDÉRAIT LA TEMPORALITÉ DES ÉMISSIONS ET DU STOCKAGE DE CARBONE BIOGÉNIQUE?

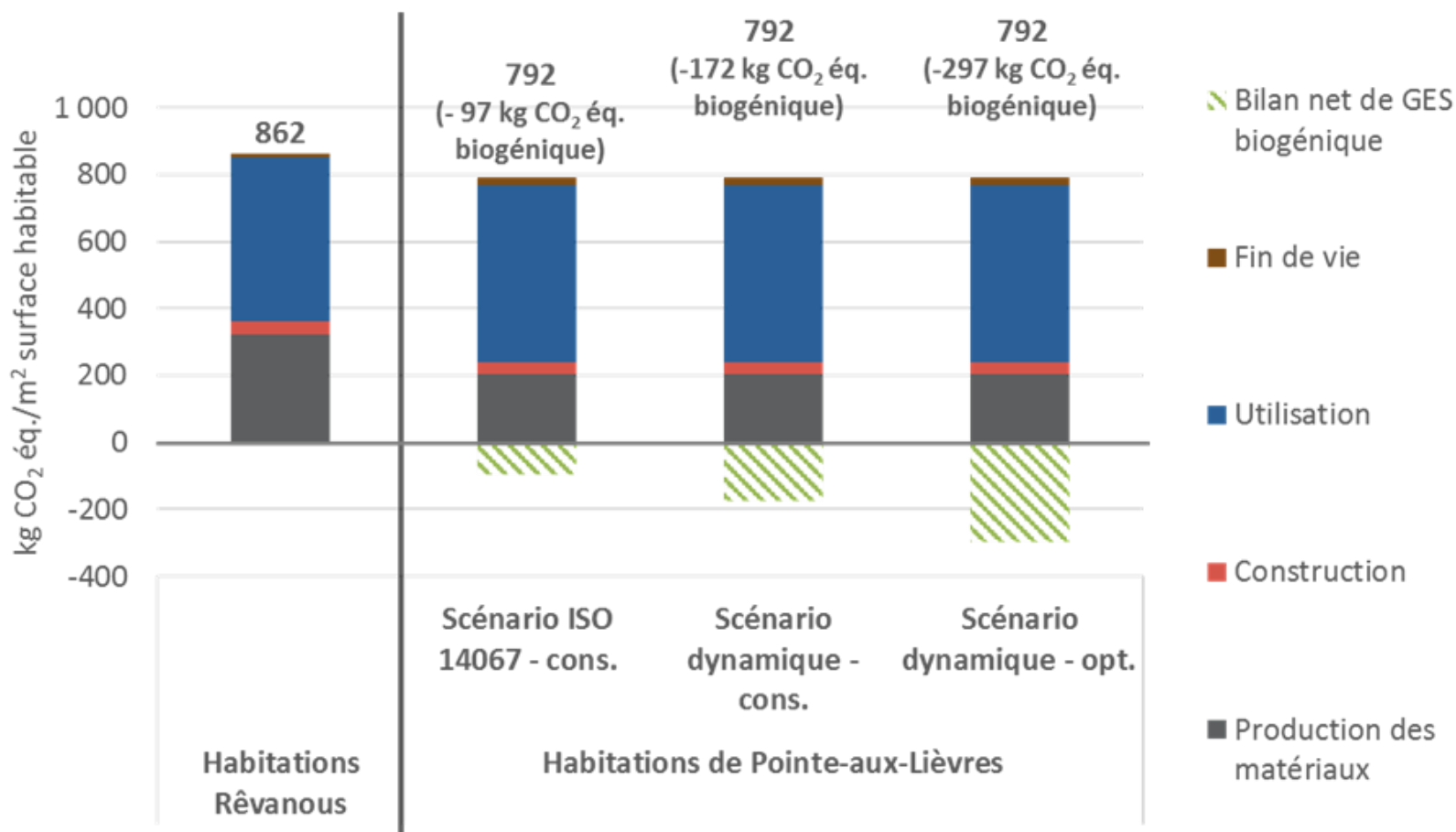
Exemple: la séquestration du carbone dans les produits du bois



En supposant 70 années pour la régénération de la forêt, la contribution aux changements climatiques d'une émission de **1 kg CO₂_{bio}** à l'année 1 est d'environ:
0,3 kg CO₂ eq. (horizon 100 ans)

PRINCIPAUX CONSTATS

Comparaison des résultats de l'indicateur Changements climatiques selon différentes approches de quantification du carbone biogénique et hypothèses sur la gestion des résidus forestiers





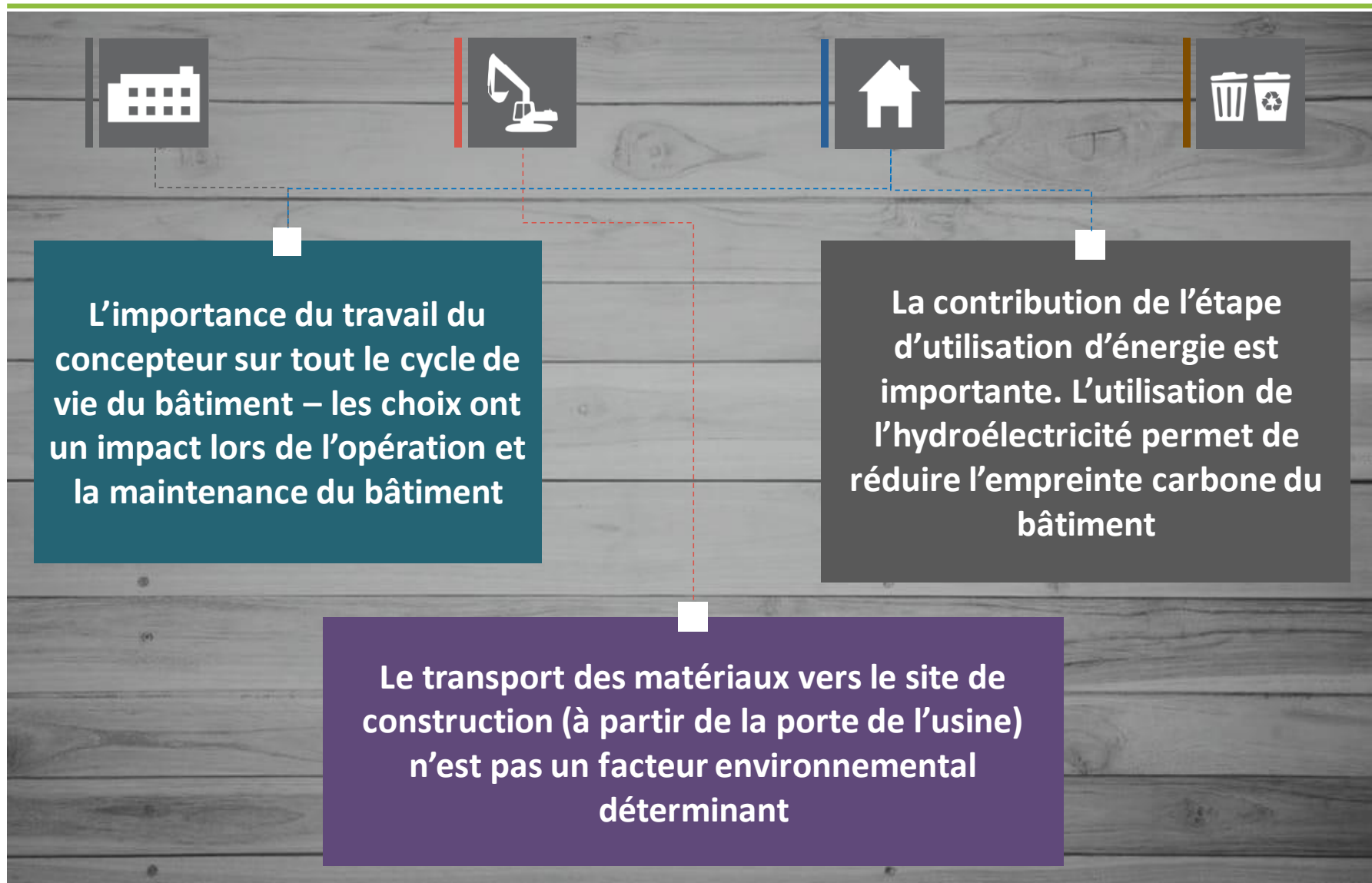
1 Contexte, objectifs et survol de la méthodologie

2 La performance environnementale des
Habitations de Pointe-aux-Lièvre

3 La comparaison avec les Habitations
Rêvanous

4 **Recommandations**

MIEUX CONCEVOIR LÀ OÙ ÇA COMPTE!



UN EXTRAIT DES RECOMMANDATIONS



Contribution importante de la production des matériaux :

Porter une attention particulière à la performance environnementale de produits pour des projets de construction futurs.

- Par l'intégration de critères d'acquisition basés sur l'ACV sur certains matériaux spécifiques (ex. : bois, gypse, isolant, béton)
- Par la sélection de produits démontrant une meilleure performance environnementale au moyen d'une déclaration environnementale de produit (DEP)

De plus en plus de données spécifiques sur les matériaux :

- Les données génériques (de la base de données ecoinvent) pourraient être remplacées par des données de DEP représentant des produits spécifiques au marché québécois ou nord-américain et ainsi fournir un profil environnemental plus précis des bâtiments.

UN EXTRAIT DES RECOMMANDATIONS



Consommation d'énergie : Approfondir les calculs des impacts au niveau d'une coupe de mur. Ce projet n'avait pas pour objectif de présenter de manière approfondie les optimisations relatives à la consommation d'énergie par les occupants.

Prise en compte de l'impact de la gestion forestière sur la biodiversité : Explorer d'autres indicateurs spécifiques à la biodiversité afin de faire ressortir les bénéfices du bois provenant de sources certifiées. Les impacts d'une saine gestion forestière pour l'approvisionnement en bois ne sont pas bien pris en compte dans les méthodes d'évaluation des impacts utilisés dans le cadre de cette étude.

EN RÉSUMÉ : QUELQUES STRATÉGIES POUR BÂTIR PLUS VERT ?



Une sélection des matériaux basée sur leur cycle de vie
incluant la performance du produit (et la durée de vie)

Conception réfléchie qui tient en compte tout le système constructif

Optimisation du design sans en affecter la qualité

PROCHAINES ÉTAPES

**Finalisation du
sommaire
de l'étude**

**Soutien à la
communication**



MERCI!

Julie-Anne Chayer, ing.

Vice-présidente – Responsabilité d'entreprise

514-439-9724 poste 239

julie-anne.chayer@groupeageco.ca

DONNÉES ET HYPOTHÈSES

Qualité des données : **BONNE**

Intégré le plus de données primaires possible et utilisation de données secondaires fiables et récentes



Production des matériaux

- **Cycle de vie des matériaux** : Base de données ecoinvent v.3.2 (SCLCI, 2015)
- **Quantités et types de matériaux** : Fichier d'inventaire construit par la SHQ à partir des plans et devis conçus par Lafond Côté (architecte) et Douglas (consultant ingénieur)



Construction

- **Transport des matériaux** : Devis de construction (noms des fournisseurs) pour estimer les distances et hypothèses (basées sur l'étude Cité verte (SHQ) ou sur la moyenne des données primaires collectées)
- **Transport employés (domicile-chantier)** : Hypothèses basées sur l'étude de Al-Hussein et coll. (2009)
- **Utilisation machinerie (chantier)** : Hypothèse basée sur l'étude de Al-Hussein et coll. (2009) et la base de données ecoinvent v.3.2 (SCLCI, 2015)
- **Chauffage du chantier** : Hypothèses basées sur l'étude de Al-Hussein et coll. (2009)

DONNÉES ET HYPOTHÈSES



Utilisation

- **Consommation d'énergie des occupants** : Hypothèses basée sur les données de Ressources naturelles Canada (2013)
- **Utilisation d'eau par les occupants** : Hypothèses basées sur les données fournies dans les exigences techniques du programme Novoclimat 2.0 (Énergie et Ressources naturelles Québec, 2015)
- **Remplacement des matériaux** : Hypothèses sur les durées de vie moyenne des matériaux basées sur les données de SCHL (2000), ODEQ (2010) et Torlys (n.d.)



Fin de vie

- **Machinerie pour le démantèlement** : Hypothèses sur le nombre d'heures de travail par m2 par type de machine et la quantité de béton concassé basées sur l'étude de Quantis (2012)
- **Transport des déchets** : Hypothèse basée sur l'expérience de Groupe AGÉCO
- **Taux de récupération des matériaux** : Hypothèses basées sur une discussion avec un expert de RECYC-Québec (2016)

CONTRIBUTION RELATIVE DES ÉTAPES ET DES SOUS-ÉTAPES DU CYCLE DE VIE AUX INDICATEURS ÉVALUÉS (HABITATIONS POINTE-AUX-LIÈVRES)

	Changements climatiques Bilan GES sans GES biogénique	Bilan GES si inclut biogénique	Destruction de la couche d'ozone	Acidifi- cation des terres	Eutrophi- sation	Consomma- tion d'eau
Production des matériaux (total)	28 %	31 %	33 %	31 %	5 %	2 %
Construction (total)	4 %	5 %	8 %	3 %	0,5 %	0,1 %
Transport des matériaux	1,1 %	1,2 %	2,4 %	1,0 %	0,1 %	0,01 %
Transport des employés	2,5 %	2,8 %	4,6 %	1,5 %	0,31 %	0,05 %
Énergie machinerie/chauffage	0,5 %	0,6 %	1,2 %	0,4 %	0,05 %	0,005 %
Utilisation (total)	65 %	72 %	55 %	64 %	94 %	98 %
Consommation d'énergie	36 %	40 %	27 %	22 %	3,4 %	100,3 %
Utilisation d'eau et traitement	12 %	13 %	9 %	18 %	88 %	-3,8 %
Remplacement des matériaux	17 %	19 %	19 %	24 %	3,2 %	1,3 %
Fin de vie (total)	3 %	4 %	4 %	2 %	0,4 %	0,1 %
Démantèlement	0,5 %	0,6 %	1,2 %	0,8 %	0,07 %	0,02 %
Transport et traitement (déchets)	2,8 %	3,2 %	2,3 %	1,2 %	0,3 %	0,06 %
Bilan net GES biogénique		-11 %				