



Quebec Wood  
Export Bureau

## Fermes de toit préfabriquées à ossature légère en bois

### Déclaration environnementale de produit


Commandée par le **Bureau de promotion des produits du bois du Québec (QWEB)**, la présente déclaration environnementale de produit (DEP) sectorielle pour les **fermes de toit préfabriquées au Québec** a été réalisée dans le respect des normes CAN/CSA-ISO 14025 et ISO 21930 et vérifiée par Lindita Bushi, de Athena Sustainable Materials Institute.

La DEP fait état des résultats de l'analyse du cycle de vie (ACV) (du berceau à la sortie de l'usine) des étapes d'approvisionnement en matières premières, de transport et de fabrication, effectuée par Groupe AGÉCO.

Pour en savoir plus sur le QWEB, consulter le [www.quebecwoodexport.com/fr](http://www.quebecwoodexport.com/fr).



La présente déclaration environnementale de produit (DEP) sectorielle pour les fermes de toit préfabriquées ajourées en bois avec connecteurs métalliques respecte les normes CAN/CSA-ISO 14025 et ISO 21930. Il faut préciser que les DEP d'une même catégorie de produits, mais relevant de différents programmes, peuvent ne pas être comparables. Cette DEP présente les impacts environnementaux obtenus à partir de méthodes reconnues d'évaluation des impacts du cycle de vie. Comme ces impacts sont des estimations, leur degré de précision peut varier selon la gamme de produits et l'impact analysé. En règle générale, l'ACV n'évalue pas les enjeux environnementaux de l'extraction des ressources dans un site précis ni les effets toxiques des produits sur la santé humaine. Par conséquent, il peut y avoir des impacts environnementaux additionnels non déclarés dans la présente DEP, liés notamment aux effets sur la santé humaine, au changement d'affectation des terres et à la destruction d'habitats naturels. Les systèmes de certification des forêts et les réglementations gouvernementales traitent certains de ces enjeux. Le produit visé par la présente DEP est conforme aux normes canadiennes, soit les normes CSA 086-14 : Règles de calcul des charpentes en bois (Canadian Standards Association) et CNB 2010 (Code national du bâtiment du Canada). Rappelons que les DEP ne comparent pas la performance environnementale d'un produit par rapport à un autre.

<b>Opérateur de programme</b>	Groupe CSA 178 Rexdale Blvd, Toronto, ON, Canada M9W 1R3   <a href="http://www.csagroup.org">www.csagroup.org</a>
<b>Produit</b>	Fermes de toit préfabriquées à ossature légère en bois
<b>Numéro d'enregistrement de la DEP</b>	n° 3409-8229
<b>Organisation bénéficiaire de la DEP</b>	Bureau de promotion des produits du bois du Québec 979, avenue de Bourgogne, bureau 540, Québec (Québec) G1W2L4 <a href="http://www.quebecwoodpexport.com/fr">www.quebecwoodpexport.com/fr</a>
<b>Règles de catégorie de produits</b>	North American Structural and Architectural Wood Products (version 2.0), CPC code : 31, NAICS 321 FP Innovations   Valide jusqu'au 30 avril 2018
<b>Date de publication</b>	24 juillet 2019 – version révisée 1.2
<b>Période de validité</b>	18 mai 2017 – 17 mai 2022
<b>La révision des règles de catégories de produit a été effectuée par :</b>	Thomas P. Gloria (Chair, Industrial Ecology Consultant)
<b>L'ACV a été réalisée par :</b>	Groupe AGÉCO   <a href="http://www.groupeageco.ca">www.groupeageco.ca</a>
<b>Cette DEP et les données relatives ont été vérifiées par une réviseure externe indépendante, Lindita Bushi, conformément aux normes CAN/CSA-ISO 14025:2006 et ISO 21930:2007.</b>	<input type="checkbox"/> Interne <input checked="" type="checkbox"/> Externe  Lindita Bushi, Ph.D. Athena Sustainable Materials Institute 119 Ross Avenue, Suite 100, Ottawa, Ontario, Canada K1Y 0N6 lindita.bushi@athenasmi.org <a href="http://www.athenasmi.org">www.athenasmi.org</a>

# QWEB Feuillet résumé de la Déclaration environnementale de produit

## Fermes de toit préfabriqués à ossature légère en bois

Ce feuillet présente un résumé de la déclaration environnementale de produit (DEP) sectorielle décrivant la performance environnementale des fermes de toit préfabriquées à ossature légère en bois au Québec.



### Membres participants du QWEB



#### Mandataire et propriétaire de la DEP

Bureau de promotion des produits du bois du Québec (QWEB)

#### Période de validité

9 novembre 2017 au 9 novembre 2022

#### Opérateur de programme et numéro d'enregistrement

Groupe CSA  
n° 3409-8229

#### Règles de catégorie de produits

North American Structural and Architectural Wood Products v.2 (2015)

#### Consultants pour l'ACV et la DEP

Groupe AGÉCO

#### Description du produit

Fermes de toit préfabriquées à usage résidentiel et commercial conformes aux normes CSA 086-14, CNB 2010 et TPIC 2007.

#### Unité déclarée

Un mètre cube (1 m<sup>3</sup>) de fermes de toit préfabriqué à ossature légère

#### Matériaux (% du poids total du produit)

Bois d'œuvre résineux : 99,6 %  
Panneau de lamelles orientées : < 0,1 %  
Bois de placage stratifié : < 0,1 %  
Matériaux secondaires : 0,4 %

#### Champ et frontières de l'étude

Du berceau à la sortie de l'usine : étapes d'approvisionnement en matières premières (A1), de transport (A2) et de fabrication (A3).

#### Qu'est-ce qu'une analyse du cycle de vie (ACV)?

L'analyse du cycle de vie est une approche scientifique et internationalement reconnue qui évalue le potentiel relatif des impacts des produits et de services sur l'environnement et la santé humaine à travers leur cycle de vie, soit de l'extraction des matières premières (berceau), incluant tous les aspects relatifs au transport, à la production et l'utilisation du bien ou service jusqu'à la fin de vie (tombeau). La méthode est définie par les normes ISO 14040 et 14044.

#### Pourquoi une déclaration environnementale de produit (DEP)?

Les membres de QWEB souhaitent communiquer leur performance environnementale à leurs clients et positionner leurs produits selon une approche rigoureuse et reconnue, soit une DEP. En sélectionnant des produits accompagnés d'une DEP, les projets de construction peuvent obtenir des crédits dans le cadre d'un projet visant la certification LEED. Dans la dernière version du programme (LEED V.4), des points sont attribués dans la catégorie « matériaux et ressources ».

Ce feuillet résumé présente un aperçu de la DEP complète qui est conforme à la norme ISO 14025 et enregistrée auprès du Groupe CSA.

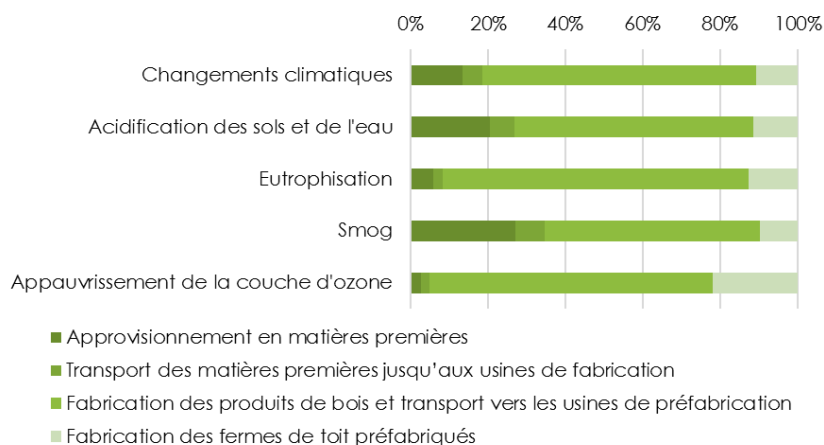
## Fermes de toit préfabriqués à ossature légère en bois

### Impacts environnementaux

Les impacts environnementaux d'un mètre cube de fermes de toit préfabriquées tout au long de son cycle de vie (étapes A1 à A31) sont résumés ci-dessous en fonction des principaux indicateurs (selon la méthode d'évaluation des impacts TRACI 2.1). Se reporter au rapport de l'ACV ou à la DEP complète pour l'intégralité des résultats. Cette dernière contient notamment les résultats portant sur l'utilisation des ressources, les déchets générés et les extrants.

Indicateurs	Total pour 1 m <sup>3</sup> de fermes de toit (A1 à A3)	À l'usine de préfabrication (A3.3)
Changements climatiques (kg CO <sub>2</sub> éq.)	175,2	19,0
Acidification des sols et de l'eau (kg SO <sub>2</sub> éq.)	1,10	0,1
Eutrophisation (kg N éq.)	0,49	0,1
Smog (kg O <sub>3</sub> éq.)	25,0	2,5
Appauvrissement de la couche d'ozone (kg CFC-11 éq.)	4,4 x 10 <sup>-7</sup>	9,7 x 10 <sup>-8</sup>

### Contribution relative de chaque étape du cycle de vie à l'ensemble des impacts environnementaux



Représentatifs pour les fermes de toit préfabriquées au Québec, les résultats sont basés sur les données de trois grands fabricants à l'origine de plus de 90 % de la production des exportateurs membres du QWEB.

Les données ont été recueillies d'octobre 2014 à décembre 2015.

<sup>1</sup> Les étapes A1 à A3 couvrent les activités suivantes : approvisionnement en matières premières (gestion forestière, exploitation forestière et plantation), transport des matières premières (transport depuis les forêts et autres fournisseurs jusqu'aux usines de fabrication) et fabrication (production de bois d'œuvre, de panneaux de lamelles orientées (OSB) et de bois de placage stratifié (LVL) aux usines de fabrication, transport jusqu'aux usines de préfabrication et production de fermes de toit aux usines de préfabrication).

Pour plus d'information : [www.quebecwoodpexport.com/fr](http://www.quebecwoodpexport.com/fr)

## 1. Description de l'industrie

Le Bureau de promotion des produits du bois du Québec (QWEB) est un organisme à but non lucratif, créé en 1996, et dont la mission consiste à développer les marchés d'exportation pour les produits du bois du Québec, à assurer l'accès de ces produits sur les marchés ainsi qu'à promouvoir l'utilisation du bois sur tous les marchés, tant régionaux, provinciaux que nationaux. Le QWEB regroupe environ 125 entreprises exportatrices réparties dans les groupes de la transformation du bois suivants : bois résineux et bois résineux à valeur ajoutée, bois feuillus et bois feuillus à valeur ajoutée, parquets, construction bois et granules de bois.

Pour atteindre ses objectifs quant à l'accès et au développement de marchés, outre les directeurs qui œuvrent pour chacun des groupes, le QWEB dispose également de directeurs spécialistes dans quatre bureaux outre-mer : Royaume-Uni (Farnborough), France (Toulouse), Chine (Shanghai) et Japon (Tokyo).

Enfin, depuis plusieurs années, le QWEB est engagé activement au sein de plusieurs grandes tables de négociation internationales où le matériau bois est considéré comme un moyen concret de lutter efficacement contre les changements climatiques. C'est le cas notamment de l'Initiative bâtiments durables et climat du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

La présente DEP sectorielle détaille les impacts environnementaux du cycle de vie (du berceau à la sortie de l'usine) d'une ferme de toit au Québec. Les fabricants membres du QWEB s'en serviront pour permettre aux projets d'obtenir des crédits en vue de la certification LEED<sup>MD</sup> v4 (matériaux et ressources) ainsi que pour répondre aux demandes d'information sur la performance environnementale de leurs produits.



## 2. Description du produit

### 2.1. Définition et classification du produit

La présente DEP porte sur les fermes de toit préfabriquées à ossature légère en bois figurant sous le code CPC 31 dans la Classification centrale des produits des Nations Unies et le code SCIAN 321 dans le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord et conforme aux normes CSA 086-F14<sup>1</sup>, CNB 2010<sup>2</sup> et TPIC 2007<sup>3</sup>. Les données ont été recueillies auprès de trois grands fabricants québécois à l'origine de plus de 90 % de la production des exportateurs membres du QWEB. Pour en savoir plus sur les fermes de toit préfabriquées, consulter le site Web du QWEB : <http://www.quebecwoodexport.com/fr/produits/construction-bois/solives-de-plancher-et-fermes-de-toit>.



### 2.2. Matériaux

Un mètre cube de fermes de toit préfabriquées pèse en moyenne 395 kg. Le **Tableau 1** en détaille la composition.

**Tableau 1: Matériaux entrant dans la composition d'une ferme de toit**

Matériaux	Poids %	Origine	Distance moyenne parcourue jusqu'à l'usine	Mode de transport
Bois d'œuvre résineux	99,6 %	Canada / É.-U.	472 km	Camion
Panneaux de lamelles orientées (OSB)	< 0,1 %	Canada	294 km	Camion
Bois de placage stratifié (LVL)	< 0,1 %	Canada	1 489 km	Camion
Matériaux secondaires (connecteurs métalliques)	0,4 %	Canada	2 524 km	Camion

### 2.3. Production des fermes de toit préfabriquées



Les fermes de toit préfabriquées se déclinent dans une variété de tailles, de formes et de configurations selon la conception architecturale, la charge du toit de l'immeuble et les plans et spécifications du projet. Elles peuvent se composer de bois d'œuvre résineux, de panneaux de lamelles orientées et de bois de placage stratifiés. Les pièces de bois sont coupées, puis assemblées et fixées sur un bâti de montage. On presse ensuite des connecteurs métalliques (plaques en acier galvanisé) sur les intersections des pièces de bois à l'aide d'une presse hydraulique ou d'un rouleau. Les fermes de toit sont conçues de manière à supporter le toit et à transférer sa charge aux autres structures du bâtiment. La Figure 1 illustre le procédé de fabrication, du berceau à la sortie de l'usine, des fermes de toit préfabriquées visées par la présente DEP.

<sup>1</sup> Groupe CSA 086-F14: Règles de calcul des charpentes en bois (CSA, 2014)

<sup>2</sup> Code national du bâtiment – Canada 2010 (CNB, 2010)

<sup>3</sup> Truss Plate Institute of Canada (TPIC) – 2007 : Fermes de bois à connecteurs métalliques, Mode de calcul et devis technique (TPIC, 2007)

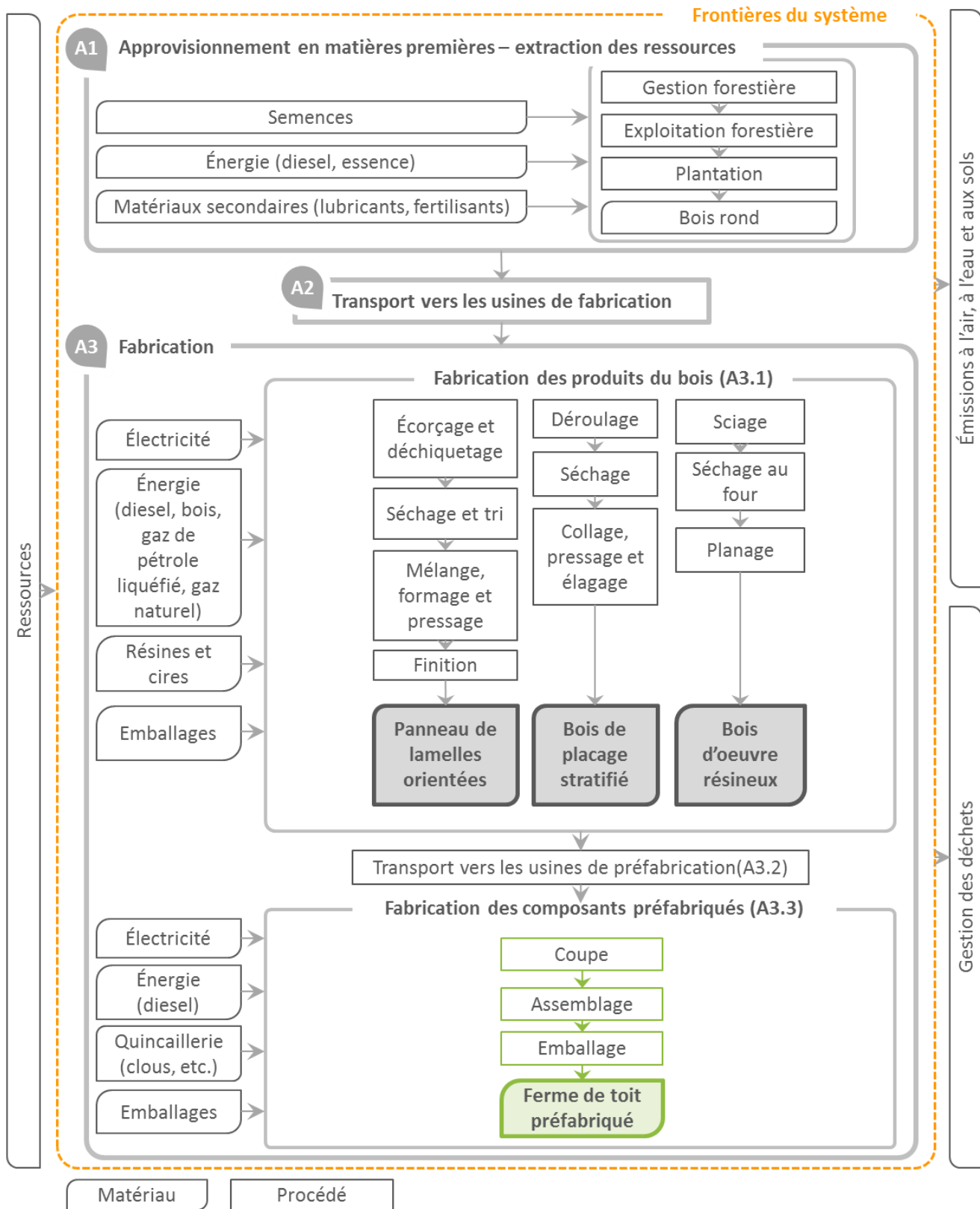


Figure 1: Procédé de fabrication des fermes de toit préfabriquées

### 3. Champ de la DEP

#### 3.1. Unité déclarée

On utilise l'unité déclarée plutôt que l'unité fonctionnelle, car le cycle de vie n'inclut pas les étapes de construction, d'utilisation et de fin de vie et la fonction précise du produit est indéfinie. Le Tableau 2 détaille l'unité déclarée pour les fermes de toit.

**Tableau 2: Unité et densité des fermes de toit préfabriquées**

Paramètres	Valeur (unités SI)
<b>Unité déclarée</b>	1 mètre cube (1 m <sup>3</sup> )
<b>Densité moyenne (fourchette)</b>	417 kg/m <sup>3</sup> (408 – 562 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Conversion en pied linéaire*</b>	0.001 m <sup>3</sup> /pied linéaire

\*Note : Le facteur de conversion constitue une estimation basée sur des données fournies par seulement deux fabricants.

#### 3.2. Frontières du système

L'ACV **du berceau à la sortie de l'usine**, illustrée au Tableau 3 comprend l'étape de production, mais exclut les étapes en aval (construction, utilisation et fin de vie); la durée de vie utile de référence n'est donc pas précisée.

L'étape de fabrication (A3) est subdivisée en trois sous-étapes pour expliciter la fabrication des fermes de toit préfabriquées et permettre la comparaison avec d'autres produits du bois non préfabriqués, mais assemblés sur place. Rappelons qu'**il y a une distinction entre une usine de fabrication de produits du bois (A3.1) et une usine de préfabrication (A3.3)**. À la première, on fabrique du bois d'œuvre résineux, des panneaux de lamelles orientées, du bois d'ingénierie (bois de placage stratifié) et du contreplaqué de résineux, et à la seconde, des fermes de toit préfabriquées.

**Tableau 3: Étapes du cycle de vie et modules d'informations selon la norme EN 15804**

Étape de production					Étape de construction		Étape d'utilisation						Étape de fin de vie					
A1	A2	A3 (Manufacturing)			A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Approvisionnement en matières premières	Transport	Fabrication des produits de bois (usine de production de bois)	Transport des produits de bois	Fabrication des composants préfabriqués (usine de préfabrication)	Transport	Construction – installation	Utilisation	Entretien	Réparation	Remplacement	Rénovation	Utilisation opérationnelle - énergétique	Utilisation opérationnelle - eau	Déconstruction - démolition	Transport	Traitement des déchets	Élimination des déchets	Réutilisation – valorisation – recyclage
x	x	x	x	x	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

Légende : x : Module considéré dans l'ACV (berceau à la sortie de l'usine)

MND : Module non déclaré



Plus précisément, les étapes du cycle de vie comprennent les procédés suivants :

- **A1 – Approvisionnement en matières premières – extraction des ressources :** Les fermes de toit préfabriquées peuvent être faites de panneaux de lamelles orientées (OSB), de bois de placage stratifié (LVL) et de bois d'œuvre résineux, qui nécessitent tous l'extraction de bois rond. Cette étape comprend également d'autres activités forestières comme la plantation, la préparation du chantier, l'éclaircie, la fertilisation et le chargement des billes sur les camions.
- **A2 – Transport des matières premières jusqu'aux usines de fabrication :** Le bois rond est transporté de la forêt jusqu'aux usines par camion, tout comme les matériaux secondaires : résines, catalyseurs, agents de dilution, agents de remplissage, lubrifiants et emballages (emballages plastiques et cerclages métalliques/« metal straps »).
- **A3 – Fabrication:**
  - **A3.1 – Fabrication de produits du bois :** Les billes de bois rond passent par différents procédés avant de servir à la fabrication de produits préfabriqués. À cette étape, on tient compte de la consommation de carburant (diesel, essence, propane, mazout), d'électricité, de gaz naturel et d'eau, mais aussi de l'utilisation de résines, de catalyseurs, d'agents de dilution, d'agents de remplissage, de lubrifiants et d'emballages. La gestion des déchets solides générés par la production est aussi prise en compte à cette étape.
  - **A3.2 – Transport des produits du bois et des matériaux secondaires jusqu'à l'usine de préfabrication :** Tous les produits du bois et les connecteurs métalliques sont transportés par camion.
  - **A3.3 – Fabrication des fermes de toit préfabriquées :** Une fois livrés à l'usine de préfabrication, les produits du bois sont conservés dans le parc à bois jusqu'à leur utilisation. Les pièces sont coupées avec précision à la station de sciage grâce aux outils de conception assistée par ordinateur. Elles sont ensuite envoyées à la **station d'assemblage** où elles sont fixées sur un bâti de montage selon un gabarit (adapté en fonction des spécifications du projet). On presse ensuite des **connecteurs métalliques** sur les intersections des pièces de bois à l'aide d'une presse ou d'un rouleau hydraulique. Le produit fini est inspecté, puis empilé en paquets qui sont entourés d'un **cerclage métallique** (« metal strap ») et entreposés jusqu'à leur expédition. L'électricité est la source d'énergie principale de l'usine de préfabrication. Au Québec, le réseau électrique est alimenté essentiellement par l'hydroélectricité. On utilise également le diesel pour le transport interne (p. ex. pour les camions déplaçant le bois dans le parc ou les fermes de toit dans l'entrepôt). Les résidus générés principalement par la coupe ne sont pas envoyés au lieu d'enfouissement, mais vendus à une entreprise ou utilisés pour le chauffage de l'usine. Les autres déchets (plastique, carton, laine minérale, etc.) sont soit recyclés, soit envoyés au lieu d'enfouissement.

Les limites géographiques englobent toutes les installations de fabrication de fermes de toit préfabriquées du Québec. Les limites temporelles sont celles d'une production réalisée de 2014 à 2015.

## 4. Impacts environnementaux

Cette analyse du cycle de vie « du berceau à la sortie de l'usine » est en conformité avec les normes ISO 14040 et 14044 et les règles de catégorie de produits *North American Structural and Architectural Wood Products* v.2. Les impacts environnementaux ont été calculés selon la méthode d'évaluation des impacts TRACI 2.1. La description des indicateurs rapportés est présentée dans le glossaire (section 6).

### 4.1. Hypothèses

Les principales hypothèses de l'ACV portent sur la capacité des camions, la distance de transport des matières premières, la génération de déchets aux usines de préfabrication, les émissions d'halons pendant l'extraction de pétrole brut, de gaz naturel et d'uranium, les valeurs calorifiques de la résine phénol-formaldéhyde, du gatsch (utilisé dans le contreplaqué, les panneaux de lamelles orientées et le bois de placage stratifié) et de produits du bois, les densités du bois et le poids moyen des matériaux secondaires.

### 4.2. Critères d'exclusion des intrants et des extrants

Les intrants et les extrants ont été exclus s'ils représentaient moins de 1 % de l'énergie ou de la masse cumulative d'un procédé et si leur contribution à l'ensemble des impacts environnementaux était négligeable. Sont aussi exclus de l'analyse les procédés suivants en raison de leur faible contribution et du manque de données disponibles :

- Traitement de petites quantités de déchets de fabrication aux usines de fabrication de bois d'œuvre résineux, de contreplaqué de résineux et de panneaux de lamelles orientées (Athena, 2012a; 2012b; 2012c);
- Production et transport des agrafes pour la fabrication de fermes de toit préfabriquées (aucune donnée disponible et utilisation négligeable déclarée par les fabricants).

### 4.3. Qualité des données

#### Sources des données

Le Tableau 4 présente les principales sources des données utilisées dans la DEP. Les données des producteurs ont été recueillies auprès de trois grands fabricants de fermes de toit préfabriquées d'octobre 2014 à décembre 2015 (données datant de moins de trois ans).

Les données génériques obtenues sur l'approvisionnement en matières premières, le transport des matières premières et la fabrication de produits du bois avant la préfabrication (bois d'œuvre résineux, contreplaqué de résineux, bois de placage stratifié et panneaux de lamelles orientées) étaient représentatives du contexte canadien et des technologies utilisées.

Le modèle ACV a été élaboré avec le logiciel SimaPro 8.3 et la base de données ecoinvent 3.2 qui a été publiée en 2015 (moins de 2 ans). Puisque la majorité des données ecoinvent sont d'origine européenne et développées en fonction des conditions et des procédés industriels européens, plusieurs données ont été adaptées afin d'avoir une représentativité des produits et du contexte examinés.

**Tableau 4: Sources des données de l'ACV des fermes de toit préfabriquées**

Étape	Processus principaux	Source	Région	Année
A1	Extraction et traitement des matières premières (bois rond, placage acheté)	Athena (2012a; 2012b; 2013)	Canada	2012-2013
A2	Transport jusqu'aux usines de fabrication de produits du bois	Athena (2012a; 2012b; 2013)	Canada	2012-2013
A3	Fabrication de produits du bois, transport jusqu'aux usines de préfabrication, fabrication de fermes de toit	Athena (2012a; 2012b; 2013) et réponses au questionnaire des fabricants du QWEB	Canada/ Québec	2014-2015

### Qualité des données

L'évaluation de la qualité générale des données indiquent que celles-ci sont de bonne ou très bonne qualité. Cette évaluation confirme la grande fiabilité, la représentativité (technologique, géographique et temporelle), l'exhaustivité et la cohérence des informations et des données utilisées dans l'analyse.

## 4.4. Allocation

### Allocation pour les procédés ayant plusieurs coproduits

Pour respecter les exigences des règles de catégorie de produits, une **allocation économique** a été accordée pour les procédés générant de multiples coproduits dont les revenus présentaient des écarts supérieurs à 10 %. Par conséquent, les procédés liés à la fabrication de produits du bois (à l'étape A3.1) ont reçu une allocation en fonction des revenus générés par chaque coproduit.

### Allocation pour l'étape de fabrication à l'usine de préfabrication

L'allocation d'électricité à l'usine de préfabrication était fonction du pourcentage du nombre total d'heures travaillées (à l'usine) estimé pour chaque composant préfabriqué.

### Allocation pour les procédés de fin de vie

Une approche axée sur la teneur en matières recyclées (ou « règle de coupure ») a été utilisée pour tout produit recyclé. Les impacts liés au recyclage sont donc attribués aux produits utilisant les matières recyclées. Par exemple, lorsque des résidus de bois sont brûlés pour produire de l'énergie à l'usine de fabrication, les émissions qui en résultent sont allouées au bâtiment.

### Procédés ecoinvent avec des critères d'allocation

Un bon nombre de procédés inclus dans la base de données *ecoinvent* ont des fonctions multiples et c'est pourquoi il est nécessaire d'attribuer les données d'inventaire selon les fonctions (ou procédés). Cette étude suit la méthode d'allocation utilisée par *ecoinvent* pour ces procédés. Il est à noter que les méthodes d'allocation utilisées dans *ecoinvent* pour les procédés d'arrière-plan, soit l'allocation massique ou économique, peuvent être incompatibles avec l'approche utilisée pour modéliser le système en avant-plan. Alors que les méthodes d'allocation utilisées sont appropriées pour les procédés d'avant-plan, l'application de cette méthodologie pour les données d'arrière-plan ajouterait de la complexité sans toutefois améliorer la qualité de l'étude.

## 4.5. Évaluation des impacts sur le cycle de vie – résultats

Les résultats de la présente DEP sont représentatifs d'une performance moyenne, c'est-à-dire d'une moyenne pondérée en fonction du volume de production des fabricants participants. Le Tableau 5 présente les résultats pour un mètre cube de fermes de toit préfabriquées pendant la production (étapes A1 à A3). Les résultats des procédés de l'étape de préfabrication (A3.3.) y sont présentés séparément. Les résultats pour 1 pied carré et 1 mètre carré de surface de toit plat sont disponibles à l'annexe B.

**Tableau 5: Résultats pour la production de 1 m<sup>3</sup> de fermes de toit préfabriquées**

Indicateurs	Unités	Total	Résultats pour 1 m <sup>3</sup> de fermes de toit			
			A1	A2	A3 total	A3.3 (préfab.)
<b>Indicateurs environnementaux</b>						
<b>Changements climatiques</b>	kg CO <sub>2</sub> éq.	<b>175,2</b>	23,4	9,3	142,5	19,0
<b>Acidification</b>	kg SO <sub>2</sub> éq.	<b>1,10</b>	0,23	0,07	0,81	0,13
<b>Eutrophisation</b>	kg N éq.	<b>0,49</b>	0,03	0,01	0,45	0,06
<b>Smog</b>	kg O <sub>3</sub> éq.	<b>25,0</b>	6,7	1,9	16,3	2,5
<b>Appauvrissement de la couche d'ozone</b>	kg CFC-11 éq.	<b>4,4E-07</b>	1,2E-08	9,7E-09	4,2E-07	9,8E-08
<b>Indicateurs pour la consommation totale d'énergie primaire</b>						
<b>Fossile non renouvelable</b>	MJ	<b>2 871,8</b>	369,2	150,1	2 352,5	224,5
<i>Pétrole brut</i>	MJ	<b>1 505,1</b>	337,7	131,9	1 035,4	110,7
<i>Gaz naturel</i>	MJ	<b>889,8</b>	18,8	8,5	862,5	33,3
<i>Charbon</i>	MJ	<b>343,7</b>	10,7	8,1	325,0	70,6
<i>Lignite</i>	MJ	<b>126,0</b>	1,8	1,4	122,8	8,4
<i>Gaz, mine, hors gaz, procédé, extraction du charbon</i>	MJ	<b>5,9</b>	0,2	0,2	5,6	1,4
<b>Nucléaire non renouvelable</b>	MJ	<b>307,9</b>	3,6	2,5	301,8	16,0
<b>Renouvelable (solaire, éolien, hydro, géothermique)</b>	MJ	<b>333,9</b>	1,6	1,1	331,2	166,0
<b>Renouvelable (biomasse)</b>	MJ	<b>11 678,5</b>	11025,1	0,9	652,5	14,3
<b>Indicateurs de consommation des ressources matérielles</b>						
<b>Matériaux non renouvelables</b>	kg	<b>3,4E-03</b>	0	0	3,4E-03	0
<i>Matières premières (fossiles) - résine PF et gatsch</i>	kg	<b>3,4E-03</b>	0	0	3,4E-03	0
<b>Matériaux renouvelables</b>	kg	<b>417,0</b>	417,0	0	0	0
<i>Fibre de bois</i>	kg	<b>417,0</b>	417,0	0	0	0
<b>Eau douce</b>	l	<b>3 018,6</b>	60,4	32,3	2 925,8	1 021,2
<b>Déchets</b>						
<b>Déchets dangereux générés</b>	kg	<b>0</b>	0	0	0	0
<b>Déchets non dangereux générés</b>	kg	<b>47,1</b>	0,005	0,0	47,1	37,6

## 4.6. Évaluation des impacts sur le cycle de vie – interprétation

### Indicateurs d'impact environnemental

Comme l'indique la Figure 2, la **fabrication de produits du bois** (bois d'œuvre résineux, bois de placage stratifié et panneaux de lamelles orientées) est le principal facteur contribuant à la majorité des indicateurs (de 35 à 61 % de tous les impacts, si on exclut les emballages intermédiaires). Cela s'explique principalement par la consommation et la combustion de combustibles fossiles pendant le **séchage** aux usines de fabrication (étape A3.1). En comparaison, l'énergie utilisée pour la **fabrication de fermes de toit préfabriquées** (étape A3.3) a un impact beaucoup moins important (de 1 à 3 %) puisqu'elle est principalement **électrique**. Le réseau électrique du Québec qui alimente les usines de préfabrication, essentiellement composé d'hydroélectricité, a un faible impact environnemental. Quant aux impacts des autres sources d'énergie utilisées à l'étape de fabrication, soit **le diesel et le propane pour le transport interne**, ils comptent pour 7 à 12 % du total. La contribution des **matériaux secondaires** aux résultats des cinq indicateurs varie de 1 à 7 %, d'après l'estimation d'un total de 1 kg de connecteurs métalliques par mètre cube de fermes de toit.

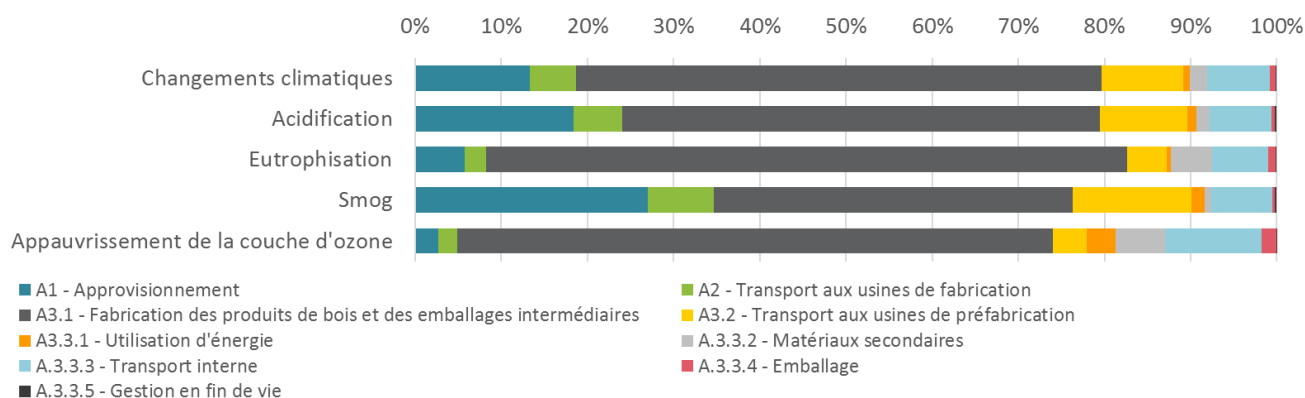


Figure 2: Contribution relative des principaux procédés de production des fermes de toit

### Utilisation des indicateurs de consommation de ressources (consommation totale d'énergie primaire et consommation des ressources matérielles)

Le **bois** extrait mais non intégré au produit final, notamment l'écorce, compose la grande majorité des résultats de l'indicateur « renouvelable (biomasse) ». Comme le veulent les règles de catégories de produit, les valeurs calorifiques des produits du bois compris dans les fermes de toit n'ont pas été incluses dans ces résultats.

Par contre, la masse des **produits du bois** (la fibre de bois) a été comptabilisée dans l'indicateur « matériaux renouvelables ». Seule la fibre de bois contribue aux résultats de cet indicateur, car aucune autre matière renouvelable n'est utilisée dans les fermes de toit

### Indicateurs « déchets »

Aucun déchet dangereux n'est généré à l'étape de production. La majorité des déchets non dangereux est produite à l'usine de préfabrication et se compose de carton, de plastique et de résidus de bois. Tous les déchets sont envoyés au recyclage, à l'exception des résidus de panneaux de lamelles orientées, qui sont envoyés au lieu d'enfouissement.

## 5. Informations environnementales additionnelles

### Stockage du carbone

Suivant les modifications à la méthodologie EN 16485 selon laquelle les émissions de CO<sub>2</sub> biogéniques sont considérées comme sans effet sur le réchauffement planétaire dans une ACV du berceau à la sortie de l'usine, le crédit de stockage du carbone a été calculé séparément de l'indicateur sur les changements climatiques dans la présente DEP. Le potentiel de séquestration du carbone à l'an 100 a été calculé pour les fermes de toit préfabriquées à l'aide du calculateur de FP Innovations (le *B2B FP Innovations PCR Carbon Sequestration Calculator*). Celui-ci tient compte des estimations de vie utile pour des utilisations finales moyennes et du taux moyen de décomposition dans les lieux d'enfouissement dans un contexte nord-américain. Le Tableau 6 détaille le calcul et les résultats pour un mètre cube de fermes de toit.

**Tableau 6: Calcul de la séquestration du carbone pour 1 m<sup>3</sup> de fermes de toit**

Paramètres du calculateur	Unités	Produits du bois dans 1 m <sup>3</sup> de fermes de toit			Total
		Bois d'œuvre résineux	Bois de placage stratifié	Panneaux de lamelles orientées	
<b>Paramètres généraux</b>					
Masse de bois	kg sec	417.0	1.91E-02	3.18E-02	<b>417.1</b>
Teneur en carbone du bois	%	50	50	50	<b>50</b>
<b>Crédit initial d'émission de GES</b>					
Carbone séquestré dans le produit à sa sortie de l'usine	kg CO <sub>2</sub> eq.	-764.4	-3.51E-02	-5.83E-02	<b>-764.5</b>
<b>Émissions de GES</b>					
Émissions de CO <sub>2</sub> du bois recyclé (comptabilisées à 100 % comme des émissions de CO <sub>2</sub> )	kg CO <sub>2</sub>	58.6	2.69E-03	4.29E-03	<b>58.6</b>
Émissions de CO <sub>2</sub> issues de la combustion de déchets de bois	kg CO <sub>2</sub>	58.6	2.69E-03	4.29E-03	<b>58.6</b>
Émissions de CO <sub>2</sub> issues de la décomposition aérobie au lieu d'enfouissement	kg CO <sub>2</sub>	41.7	1.91E-03	3.00E-03	<b>41.7</b>
Émissions fugitives de CO <sub>2</sub> au lieu d'enfouissement	kg CO <sub>2</sub>	10.4	4.77E-04	7.42E-04	<b>10.4</b>
Émissions de CO <sub>2</sub> issues de la combustion de gaz au lieu d'enfouissement	kg CO <sub>2</sub>	53.3	2.45E-03	3.80E-03	<b>53.3</b>
Total des émissions de CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub>	222.5	1.02E-02	1.61E-02	<b>222.6</b>
<b>Total des émissions de méthane</b>					
Émissions fugitives de CH <sub>4</sub> au lieu d'enfouissement	kg CH <sub>4</sub>	3.1	1.42E-04	2.21E-04	<b>3.1</b>
<b>Potentiel de réduction net des émissions</b>					
Séquestration, émissions nettes de GES	kg CO <sub>2</sub> eq.	-464.5	-2.13E-02	-3.66E-02	<b>-464.6</b>

### Avantages de l'utilisation de fermes de toit préfabriquées dans une construction

L'utilisation de fermes de toit préfabriquées permet d'accélérer certaines étapes de la construction et donc de réduire considérablement les impacts environnementaux des chantiers. De fait, une étude menée au Canada (Al-Hussein et coll., 2009) a constaté que les émissions de CO<sub>2</sub> pouvaient ainsi être réduites de 43 % par rapport à la construction de fermes de toit sur place.

## 6. GLOSSAIRE

### 6.1. Acronymes

<b>ACV</b>	Analyse du cycle de vie
<b>CFC-11</b>	Trichlorofluorométhane
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>CSA</b>	Canadian Standards Association
<b>éq.</b>	Équivalent
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>ISO</b>	Organisation Internationale de Normalisation
<b>kg</b>	kilogramme
<b>kg CO<sub>2</sub> éq.</b>	Kilogramme de dioxyde de carbone équivalent
<b>km</b>	kilomètre
<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environmental Design
<b>LVL</b>	Bois de placage stratifié
<b>m<sup>2</sup></b>	Mètre carré
<b>m<sup>3</sup></b>	Mètre cube
<b>NBC</b>	National Building Code
<b>NRC</b>	National Research Council of Canada
<b>OSB</b>	Panneaux à copeaux orientés
<b>PF</b>	Phénol-formaldéhyde (résine)
<b>PNUE</b>	Programme des Nations Unies pour l'environnement
<b>PRG</b>	Potentiel de réchauffement global
<b>QWEB</b>	Quebec Wood Export Bureau
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>TPIC</b>	Truss Plate Institute of Canada
<b>US EPA</b>	United States Environmental Protection Agency

## 6.2. Catégories d'impacts environnementaux et paramètres évalués

**Acidification des sols et de l'eau (kg SO<sub>2</sub> équivalent)** : Cette catégorie d'impact est exprimée en dioxyde de soufre équivalent et réfère aux changements liés à l'acidification des sols ou des milieux aquatiques causés par l'ajout de certaines substances (l'acide nitrique, l'acide sulfurique et l'ammoniac, par exemple) qui peuvent former ou libérer des ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>) par des interactions avec l'environnement local (US EPA, 2012).

**Changements climatiques (kg CO<sub>2</sub> équivalent)** : Cet indicateur se rapporte à l'impact d'une augmentation de la température sur les modèles du climat mondial en raison des émissions de gaz à effet de serre (GES) (le dioxyde de carbone et le méthane, par exemple). Les émissions de GES contribuent à l'augmentation de l'absorption du rayonnement solaire à la surface de la terre. L'impact sur le réchauffement climatique est exprimé en kilogramme de dioxyde de carbone équivalent (US EPA, 2012).

**Utilisation de l'eau douce (m<sup>3</sup>)** : Cet indicateur inclut l'eau utilisée un système. Toutefois, il ne se réfère pas à la boucle de rétroaction qui consiste au retour à la source de la ressource (l'eau pour les turbines hydroélectriques, pour le transport fluvial ou de refroidissement, par exemple) ou l'eau perdue par un système naturel (par exemple en raison de l'évaporation de l'eau de pluie) (EPD International, 2015).

**Eutrophisation (kg N équivalent)** : Cette catégorie d'impact mesure l'enrichissement d'un écosystème (par exemple aquatique ou terrestre) en raison de la libération de nutriments (les nitrates ou les phosphates, par exemple) qui augmente l'activité biologique. Dans un environnement aquatique, cette activité résulte de la croissance des algues qui consomment l'oxygène dissous dans l'eau en se dégradant; cela se répercute sur les espèces sensibles à la concentration d'oxygène dissous. Cette catégorie est exprimée en azote équivalent (US EPA, 2012).

**Appauvrissement de la couche d'ozone (kg CFC 11 équivalent)** : Cet indicateur mesure le potentiel de réduction de l'ozone stratosphérique et par le fait même, l'augmentation des risques liés aux rayons ultraviolets (UV) responsables de problèmes pour la santé humaine (des cancers de la peau et des cataractes, par exemple). Les polluants qui sont responsables de cet impact sont souvent relâchés par les systèmes de refroidissement comme les réfrigérants (les chlorofluorocarbones, par exemple). Cet indicateur est exprimé en kilogramme de trichlorofluorométhane équivalent (US EPA, 2012).

**Smog (kg O<sub>3</sub> équivalent)** : Cette catégorie d'impacts couvre les émissions de polluants, tels que les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV) du sol à la stratosphère. Lorsque ces polluants réagissent avec la lumière, ils créent du smog. Cet indicateur est exprimé en kilogramme d'ozone équivalent (US EPA, 2012).

**Énergie primaire renouvelable ou non renouvelable (MJ, pouvoir calorifique inférieur)** : Ce paramètre réfère à l'utilisation de l'énergie provenant de ressources renouvelables (éolien, solaire et hydraulique, par exemple) et de ressources non renouvelables (le gaz naturel, le charbon et le pétrole, par exemple).



## 7. RÉFÉRENCES

- Al-Hussein, M., Manrique, J.D. and Mah, D. (2009). North Ridge CO2 Analysis Report. Comparison between Modular and On-Site Construction.
- [Athena] Athena Sustainable Materials Institute (2012a). A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Canadian Surfaced Dry Softwood Lumber: An Update.
- [Athena] Athena Sustainable Materials Institute (2012b). A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Canadian Oriented Strand Board: An Update.
- [Athena] Athena Sustainable Materials Institute (2013). A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Canadian Laminated Veneer Lumber (LVL) Manufacture.
- CNB (2010). Code national du bâtiment du Canada 2010. National Research Council Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- CSA (2014). Engineering design in wood, CSA O86-14, Canadian Standards Association, Mississauga, Ontario, Canada. CSA Group (2013).
- CSA Group (2013). CSA Group Environmental Product Declaration (EPD) Program. Program Requirements. Consulté sur [http://www.csaregistries.ca/assets/pdf/EPD\\_Registry\\_Program\\_Requirements.pdf](http://www.csaregistries.ca/assets/pdf/EPD_Registry_Program_Requirements.pdf)
- CSA (2009). CAN/CSA-ISO 14020:99 Environmental labels and declarations — General principles
- CSA (2007). CAN/CSA-ISO 14025:07. Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures.
- FP Innovations (2015). Product Category Rules (PCR) for preparing an Environmental Product Declaration for North American Structural and Architectural Wood Products. Version 2. June 2015.
- FP Innovations (2015). Carbon Tool B2B 2.18. Consulté sur <http://bit.ly/2mW1rT7>
- Groupe AGÉCO (2017). Life cycle assessment of prefabricated light wood frame components for environmental product declarations. Revised version 1.1. November 2017.
- ISO (2006a). ISO 14040. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. International Standard Organization, Geneva, Switzerland.
- ISO (2006b). ISO 14044. Environmental management – life cycle assessment – requirements and guidelines. International Standard Organization, Geneva, Switzerland.
- ISO (2007). ISO 21930. Sustainability in building construction -- Environmental declaration of building products. International Standard Organization, Geneva, Switzerland.
- PRé (2015). SimaPro Database Manual, Methods Library. Version 2.8. Consulté sur [www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf](http://www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf)

TPIC (2007). TPIC – 2007, Fermes de bois à connecteurs métalliques, Mode de calcul et devis technique.  
Truss Plate Institute of Canada. Consulté sur <http://www.tpic.ca/english/pdf/TPIC2007.pdf>

[US EPA] United States Environmental Protection Agency (2012). Tool for the Reduction and Assessment  
of Chemical and other Environmental Impacts (TRACI) User's Manual. Consulté sur  
<http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100HN53.pdf>

## Annexe A

Liste des fabricants participants



1084, rue du Parc, Thetford Mines (Québec)  
G6H 1A3 Canada



394, rue Principale, Saints-Anges (Québec)  
G0S 3E0 Canada



175, rue Boyer, Saint-Isidore-de-Laprairie  
(Québec) J0L 2A0 Canada

## Annexe B

Le tableau suivant présente les résultats des indicateurs environnementaux pour 1 pied carré et 1 mètre carré de surface de toit plat pour différentes pentes et profondeurs de fermes de toit.

**Tableau 7: Résultats pour la production de fermes de toit préfabriquées pour 1 pi<sup>2</sup> et 1 m<sup>2</sup> de surface de toit plat**

Indicateurs environnementaux	Changements climatiques	Acidification des sols et de l'eau	Eutrophisation	Smog	Appauvrissement de la couche d'ozone
<b>Résultats pour 1 pied carré (pi<sup>2</sup>) de surface de toit plat</b>					
<b>Fermes de toit</b>	lb CO <sub>2</sub> eq.	lb SO <sub>2</sub> eq.	lb N eq.	lb O <sub>3</sub> eq.	lb CFC-11 eq.
Pente 4/12, fermes de toit @24" c.c.	0,66	4,1E-03	1,8E-03	0,09	1,7E-09
Pente 5/12, fermes de toit @24" c.c.	0,63	4,0E-03	1,8E-03	0,09	1,6E-09
Pente 6/12, fermes de toit @24" c.c.	1,02	6,4E-03	2,9E-03	0,15	2,6E-09
Pente 7/12, fermes de toit @24" c.c.	0,68	4,3E-03	1,9E-03	0,10	1,7E-09
Toit plat, fermes de toit de 12" de profondeur (1/4 en pente) @24" c.c.	0,44	2,8E-03	1,2E-03	0,06	1,1E-09
Toit plat, fermes de toit de 24" de profondeur (1/4 en pente) @24" c.c.	0,56	3,5E-03	1,6E-03	0,08	1,4E-09
<b>Résultats pour 1 mètre carré (m<sup>2</sup>) de surface de toit plat</b>					
<b>Fermes de toit</b>	kg CO <sub>2</sub> eq.	kg SO <sub>2</sub> eq.	kg N eq.	kg O <sub>3</sub> eq.	kg CFC-11 eq.
Pente 4/12, fermes de toit @24" c.c.	3,21	0,02	0,01	0,46	8,1E-09
Pente 5/12, fermes de toit @24" c.c.	3,07	0,02	0,01	0,44	7,8E-09
Pente 6/12, fermes de toit @24" c.c.	4,98	0,03	0,01	0,71	1,3E-08
Pente 7/12, fermes de toit @24" c.c.	3,30	0,02	0,01	0,47	8,3E-09
Toit plat, fermes de toit de 12" de profondeur (1/4 en pente) @24" c.c.	2,17	0,01	0,01	0,31	5,5E-09
Toit plat, fermes de toit de 24" de profondeur (1/4 en pente) @24" c.c.	2,73	0,02	0,01	0,39	6,9E-09

Note: c.c. signifie "centre à centre"