

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la municipalité de Chelsea en 2010

Janvier 2013

Table des matières

1. Introduction	5
1.1. Mise en contexte	5
1.2. Structure et ampleur de l'inventaire	5
1.3. Année de référence	6
1.4. Municipalité de Chelsea	6
2. Méthodologie	7
2.1. Information	7
2.1.1. Gaz à effet de serre	7
2.1.2. Facteurs d'émissions et contenu énergétique	7
2.1.3. Potentiel de réchauffement planétaire	8
2.2. Méthodologie générale	9
3. Inventaire corporatif	10
3.1. Bâtiments municipaux	10
3.1.1. Consommation d'énergie	10
3.1.2. Émissions fugitives de réfrigérants	11
3.2. Véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que les véhicules des sous-contractants	11
3.2.1. Consommation d'énergie	11
3.2.2. Émissions fugitives de réfrigérants	13
3.3. Traitement des eaux usées	13
4. Inventaire collectif	14
4.1. Matières résiduelles	14
4.2. Transport routier	16
4.2.1. Méthode #1: Analyse basée sur la population	16
4.2.2. Méthode #2: Analyse basée sur le nombre de véhicules	17
4.2.3. Méthode #3: Analyse basée sur le nombre et le type de véhicules	17
4.2.4. Synthèse	19
5. Bilan et comparaison	20
5.1. Bilan	20
5.2. Comparaison	23
6. Conclusion	26
Annexes	27
Annexe 1 : Liste et caractéristiques des gaz à effet de serre	28
Annexe 2 : Facteurs d'émissions et contenu énergétique	29
Annexe 3 : Consommation d'énergie des bâtiments municipaux	30

Annexe 4 : Consommation d'énergie des véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que de ceux des sous-contractants.....	31
Annexe 5 : Émissions fugitives de réfrigérants.....	35
Annexe 6 : Calcul des émissions de GES des matières résiduelles	39
Annexe 7 : Calcul des émissions de GES du réseau routier basé sur le nombre et le type de véhicules.....	42

Liste des tableaux

TABLEAU 1.1 : RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE.....	1
TABLEAU 1.2 : RÉSULTATS POUR LES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (RÉFRIGÉRANTS EXCLUS)	2
TABLEAU 1.3 : NOMBRE DE VÉHICULES ET ÉMISSIONS	3
TABLEAU 2.1 : POTENTIELS DE RÉCHAUFFEMENT DES TROIS PRINCIPAUX GES	8
TABLEAU 3.1 : ÉNERGIE CONSOMMÉE, COÛTS ET ÉMISSIONS DES BÂTIMENTS	10
TABLEAU 3.2 : ÉMISSIONS TOTALES DE RÉFRIGÉRANTS DANS LES BÂTIMENTS, À RÉPERTORIER DANS L'INVENTAIRE..	11
TABLEAU 3.3 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE, COÛT ET ÉMISSIONS DES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX ET DE SES SOUS-CONTRACTANTS	12
TABLEAU 4.1 : QUANTITÉ DE DÉCHETS ENFOUIS AU SITE D'ENFOUISSEMENT DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA (TONNES MÉTRIQUES)	15
TABLEAU 4.2 : ÉMISSIONS DE GES PROVENANT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	15
TABLEAU 4.3 : NOMBRE DE VÉHICULES ET ÉMISSIONS DE GES POUR CHAQUE TYPE DE VÉHICULE AU QUÉBEC ET À CHELSEA.....	19
TABLEAU 5.1 : BILAN DE L'INVENTAIRE.....	20
TABLEAU 5.2 : BILAN DES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS CORPORATIFS (RÉFRIGÉRANTS EXCLUS).....	22
TABLEAU 5.3 : BILAN DÉTAILLÉ POUR LES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS CORPORATIFS (RÉFRIGÉRANTS EXCLUS).....	22
TABLEAU 5.4 : COMPARAISON DES SOURCES D'ÉNERGIE UTILISÉES POUR ALIMENTER LES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS CORPORATIFS	23
TABLEAU 5.5 : COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA, DE ROBERVAL, D'AMOS, DE L'AGGLOMÉRATION DE QUÉBEC ET DE LAVAL	24
TABLEAU A1.1 : CARACTÉRISTIQUES DES GES CONSIDÉRÉS DANS L'INVENTAIRE	28
TABLEAU A2.1 : FACTEURS D'ÉMISSIONS ET CONTENU ÉNERGÉTIQUE DE DIFFÉRENTES FORMES D'ÉNERGIE	29

TABLEAU A4.2 : ÉMISSIONS DE GES ET ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS	33
TABLEAU A5.1 : PARAMÈTRES POUR LES APPAREILS UTILISANT DU RÉFRIGÉRANT	37
TABLEAU A5.2 : ÉMISSIONS TOTALES DE RÉFRIGÉRANTS À RÉPERTORIER DANS L'INVENTAIRE	38
TABLEAU A5.3 : PARAMÈTRES POUR LES VÉHICULES UTILISANT DU RÉFRIGÉRANT	38
TABLEAU A8.1 : REPRODUCTION PARTIELLE DU TABLEAU A14-10 DU RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL 1990-2010	42
TABLEAU A8.2 : REPRODUCTION PARTIELLE DE L'ANNEXE F DU BILAN 2010 DE LA SOCIÉTÉ D'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC	43
TABLEAU A8.3 : REPRODUCTION PARTIELLE DU TABLEAU 2 DU GUIDE DE DONNÉES SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE AU CANADA	44
TABLEAU A8.4 : REPRODUCTION PARTIELLE DU TABLEAU 2 DU GUIDE DE DONNÉES SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE (CANADA)	45
TABLEAU A8.5 : NOMBRE DE VÉHICULES ET ÉMISSION DE GES EN FONCTION DU TYPE DE VÉHICULES POUR LA PROVINCE DE QUÉBEC ET LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA	46

Liste des figures

FIGURE 1: COMPARAISON DES ÉMISSIONS TOTALES PAR HABITANT DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA	4
FIGURE 3.1 : COÛT DE L'ÉNERGIE POUR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS	12
FIGURE 3.2 : ÉNERGIE PRODUITE PAR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS	12
FIGURE 3.3 : ÉMISSIONS DES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (538 TCO ₂ E)	12
FIGURE 3.4 : GAZ PRODUIT PAR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (538 TCO ₂ E)	12
FIGURE 4.1 : ÉMISSIONS DE GES (36 589 TCO ₂ E) EN FONCTION DU TYPE DE VÉHICULE	18
FIGURE 5.1: BILAN DE L'INVENTAIRE CORPORATIF	21
FIGURE 5.2: COMPARAISON DES ÉMISSIONS TOTALES PAR HABITANT DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA AVEC D'AUTRES VILLES ET PROVINCES	25

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Ce rapport présente l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) de la municipalité de Chelsea en 2010. L'inventaire est divisé en deux champs.

- Le champ corporatif, qui regroupe les trois secteurs suivants :
 - les bâtiments municipaux;
 - les véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que ceux des sous-contractants;
 - le traitement des eaux usées.
- Le champ collectif, qui regroupe les deux secteurs suivants :
 - les matières résiduelles;
 - le transport routier.

Les résultats sont présentés au Tableau 1.1 en termes de tonnes équivalent de dioxyde de carbone, ou CO₂ (ci-après, tCO₂e).

TABLEAU 1.1 : RESULTATS DE L'INVENTAIRE

Source	Émissions (tCO ₂ e)				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Autres (réfrigérants)	Total
Champ corporatif					
Bâtiments municipaux	2,26	0,006	0,02	0,133	2,42
Véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que sous-contractants ¹	532,00	1,55	5,23	4,98	543,76
Traitement des eaux usées	-	550,39	-	-	550,39
Total	534,26	551,95	5,25	5,12	1096,56
Champ collectif					
Matières résiduelles	(377 ²)	2 884,63	0	-	2 884,63
Transport routier ³	36 725,39			-	36 725,39
Total	39 610,02			0	39 610,2
Grand total	40 701,48			5,12	40 706,60

¹ N'ayant pas les données sur les réfrigérants des sous-contractants de la municipalité, seules les émissions liées aux véhicules municipaux sont comptabilisées pour cette catégorie. Les émissions liées à la consommation de diesel par les sous-contractants sont toutefois comptabilisées.

² Les émissions de CO₂ pour les matières résiduelles sont présentées à titre informatif et ne font pas partie du total de l'inventaire. Pour plus d'informations à ce sujet, voir la Section 1.2 et la Section 4.1.

³ Il faut soustraire les émissions provenant des véhicules municipaux immatriculés des émissions provenant du transport routier dans le champ collectif afin d'éviter le double comptage.

La colonne « Autres » contient les émissions fugitives de réfrigérants; elles représentent 5,5 % des émissions des bâtiments et 0,92 % des émissions des véhicules corporatifs. Le reste des émissions associées aux bâtiments ainsi qu'aux véhicules et équipements motorisés proviennent de l'utilisation des différentes sources d'énergie. Le Tableau 1.2 liste pour chacune des sources d'énergie énumérées leur pourcentage respectif par rapport 1) aux émissions totales émises; 2) à l'énergie totale consommée et 3) au coût énergétique total.

TABLEAU 1.2 : RÉSULTATS POUR LES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (RÉFRIGÉRANTS EXCLUS)

	Bâtiments			Véhicules et équipements motorisés			Total		
	Émissions	Énergie	Coût	Émissions	Énergie	Coût	Émissions	Énergie	Coût
	%								
Diesel	-	-	-	91,60	91,42	90,40	91,22	67,74	56,8
Électricité	100	100	100	-	-	-	0,42	25,90	37,16
Essence	-	-	-	8,40	8,58	9,60	8,36	6,36	6,03
Total	tCO ₂ e	GJ	\$	tCO ₂ e	GJ	\$	tCO ₂ e	GJ	\$
	2,29	2 711	119 250	538,47	7 754	201 640	540,76	10 465	320 890

Les eaux usées sont entièrement déversées dans des fosses septiques individuelles. Du méthane (CH₄) est émis de façon fugitive par les fosses septiques. Il y a aussi production de CO₂, mais ces émissions ne sont pas considérées étant donné qu'elles sont générées par la décomposition de biomasse (voir Section 1.2).

En ce qui a trait aux matières résiduelles, la décomposition que l'on retrouve au site d'enfouissement produit à la fois du CO₂ et du méthane (CH₄). Encore une fois, les émissions de CO₂ ne sont pas incluses dans les résultats finaux.

Enfin, les émissions provenant du transport routier sont estimées de trois façons différentes. Les résultats varient entre 27 782 tCO₂e et 37 269 tCO₂e. La valeur de 37 269 tCO₂e est retenue, car reposant sur une méthodologie plus rigoureuse. Les résultats détaillés sont illustrés au Tableau 1.3.

TABLEAU 1.3 : NOMBRE DE VÉHICULES ET ÉMISSIONS

Type de véhicules	Nombre de véhicules	Émissions (tCO ₂ e)
Automobiles	2 767	9 499
Camions légers	2 452	12 255
Motocyclettes	241	106
Autobus	1	48
Autobus scolaire	4	62
Camions lourds	149	7 694
Véhicules hors route	1 295	7 605
Total	6 908	37 269

Les émissions de l'inventaire correspondent à 5,68 tCO₂e par habitant pour la municipalité de Chelsea. À titre de comparaison, des inventaires équivalents ont déterminé que les émissions d'Amos, de Québec, de Roberval et de Laval sont respectivement de 7,06, 4,1, 7,58 et 4,5 tCO₂e par habitant. Les émissions par habitant de la municipalité de Chelsea se situent dans la moyenne par rapport à ces municipalités. Le transport routier est responsable de 90 % des émissions de Chelsea (pourcentage qui se situe entre 87 % et 93 % pour les autres municipalités). Comme le nombre de véhicules par habitant se situe près de la moyenne québécoise (0,95 véhicule par habitant en 2010 pour Chelsea contre 0,70 pour la province), il est normal que les émissions de la municipalité se retrouvent dans la moyenne provinciale.

Les émissions totales produites sur le territoire de la municipalité de Chelsea sont estimées à 8,98 tCO₂e par habitant. Cette valeur inclut toutes les sources d'émissions, même celles qui n'ont pas été considérées en détail dans l'inventaire. La Figure 1 présente une comparaison avec d'autres villes et provinces.

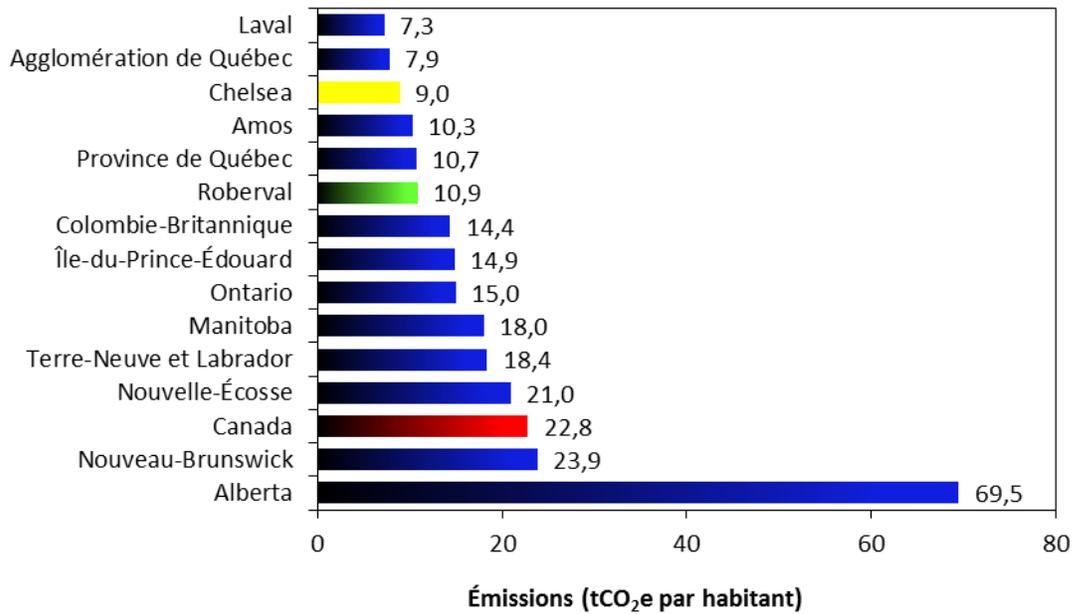


FIGURE 1: COMPARAISON DES ÉMISSIONS TOTALES PAR HABITANT DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA

1. INTRODUCTION

1.1. Mise en contexte

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) a instauré le programme *Climat municipalités*⁴ le 1^{er} avril 2009. Ce programme s'inscrit dans le Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques (PACC). Le programme est constitué de deux volets, et chaque volet possède à son tour deux étapes :

1- Premier volet

- a. Réalisation d'un inventaire des émissions de GES pour l'ensemble de la municipalité.
- b. Élaboration d'un plan d'action visant à réduire de façon durable les émissions de GES de la municipalité.

2- Deuxième volet

- a. Mise à jour de l'inventaire des émissions de GES et du plan d'action.
- b. Élaboration d'un plan d'adaptation aux changements climatiques.

La municipalité de Chelsea a mandaté ÉcoRessources Consultants afin de réaliser le premier volet du programme. Le présent rapport présente la première étape du mandat, c'est-à-dire l'inventaire des émissions de GES.

1.2. Structure et ampleur de l'inventaire

L'inventaire est divisé en un champ corporatif et un champ collectif. Le champ corporatif contient tous les secteurs contrôlés directement ou indirectement par la municipalité. On y retrouve les trois secteurs suivants :

- les bâtiments municipaux, ce qui inclut notamment le traitement de l'eau potable, l'éclairage et la signalisation;
- les véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que les véhicules des sous-contractants;
- le traitement des eaux usées.

⁴ Il faut soustraire les émissions provenant des véhicules municipaux immatriculés des émissions provenant du transport routier dans le champ collectif

Au niveau des bâtiments ainsi que des véhicules et équipements motorisés, il est nécessaire de considérer à la fois les émissions provenant de la consommation d'énergie ainsi que les émissions fugitives provenant de l'utilisation de réfrigérants. D'autre part, toutes les émissions doivent être prises en compte, qu'elles proviennent directement de la municipalité ou encore d'un organisme en sous-traitance. Il est toutefois à noter que la municipalité ne possède aucune information directe sur les émissions de GES liées aux activités d'organismes qui ont des contrats en sous-traitance. Nous avons donc procédé avec des estimés et avons comptabilisé les émissions dans la section corporative, tel que demandé par le MDDEFP. Également, les émissions dues à la collecte et au transport des boues de fosses septiques ont été prises en compte dans la section corporative, même si la municipalité n'assume pas ce service pour sa population.

Quant à lui, le champ collectif fait référence à toutes les autres émissions produites sur le territoire. Les deux secteurs suivants sont considérés dans le champ collectif, soit les matières résiduelles et le transport routier.

Conformément aux critères établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les émissions de CO₂ provenant de la combustion ou de la décomposition de la biomasse ne sont pas considérées dans le bilan final⁵. En effet, ces émissions font partie du cycle naturel du carbone et ne représentent donc pas une contribution nette à la quantité de GES présente dans l'atmosphère. Elles seront néanmoins déterminées dans l'inventaire lorsque possible, mais seulement à titre indicatif tel qu'expliqué précédemment. Notons finalement que les émissions de CH₄ et de N₂O provenant de la combustion ou de la décomposition de la biomasse doivent quant à elle être incluses.

1.3. Année de référence

Nous avons choisi 2010 comme année de référence à cause de la facilité d'accéder aux données. L'année 1990 est souvent utilisée comme référence, notamment par le protocole de Kyoto et par le gouvernement provincial, mais nous n'aurions probablement pas réussi à retracer toute l'information nécessaire pour une date aussi lointaine.

1.4. Municipalité de Chelsea

Chelsea fait partie de la municipalité régionale de comté (MRC) Les Collines-de-l'Outaouais. Sa population était de 7 258 habitants en 2010⁶. La description socio-économique est davantage élaborée dans le plan d'action.

⁵ MDDEFP, 2009. Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal, p. 7.

⁶ Estimation de la population des municipalités du Québec, selon le découpage géographique au 1er juillet 2011 par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) : http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/index.htm

2. MÉTHODOLOGIE

Cette section présente quelques informations essentielles à la réalisation de l'inventaire, suivies d'une brève description de la méthodologie.

2.1. Information

2.1.1. Gaz à effet de serre

Les GES dont les émissions doivent être comptabilisées sont, par ordre d'importance :

- le dioxyde de carbone (CO₂);
- le méthane (CH₄);
- l'oxyde nitreux (N₂O);
- les hydrofluorocarbones (HFC);
- les perfluorocarbones (PFC);
- l'hexafluorure de soufre (SF₆).

Dans l'inventaire, les trois principaux gaz (CO₂, CH₄ et N₂O) sont principalement émis par la combustion de carburants et par la décomposition de la biomasse. De leur côté, les autres types de GES proviennent des émissions fugitives liées à l'utilisation de réfrigérants dans les bâtiments ainsi que dans les véhicules et équipements motorisés. La liste complète de ces GES, ainsi que de leurs principales caractéristiques, est présentée à l'Annexe 1.

2.1.2. Facteurs d'émissions et contenu énergétique

Les facteurs d'émissions permettent de connaître les émissions de GES produites par chaque type d'énergie. Par exemple, les facteurs d'émissions du gaz naturel (utilisé comme carburant pour véhicule) pour le CO₂, le CH₄ et le N₂O sont respectivement de 1 891 g/m³, 0,009 g/m³ et 0,00006 g/m³. Les facteurs d'émissions utilisés proviennent du Rapport d'inventaire national d'Environnement Canada 1990-2009.

D'autre part, le contenu énergétique représente la quantité d'énergie produite lors de la consommation d'une unité d'énergie. Par exemple, la combustion d'un mètre cube de gaz naturel produit 37,1 mégajoules (MJ) d'énergie. L'Office national de l'énergie⁷ et le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques⁸ fournissent les valeurs des contenus énergétiques reconnus et utilisés dans l'inventaire. Les facteurs d'émissions et les contenus énergétiques sont présentés à l'Annexe 2.

2.1.3. Potentiel de réchauffement planétaire

Le potentiel de réchauffement (PRP) représente la contribution au réchauffement planétaire d'un gaz par rapport à la même masse de CO₂ sur un intervalle de temps donné (normalement 100 ans). Par conséquent, si le PRP du méthane est de 21, cela signifie qu'une tonne de CH₄ produit en 100 ans le même effet sur le climat que 21 tonnes de CO₂. Le Tableau 2.1 présente quelques valeurs des PRP. La liste complète se trouve à l'Annexe 1. Les valeurs proviennent du deuxième rapport d'évaluation du GIEC⁹. Notons que des valeurs plus récentes sont disponibles pour les PRP¹⁰, mais qu'en accord avec le protocole de Kyoto, les anciennes valeurs sont utilisées jusqu'en 2012 afin d'assurer l'uniformité des inventaires.

TABLEAU 2.1 : POTENTIELS DE RECHAUFFEMENT DES TROIS PRINCIPAUX GES

GES	Potentiel de réchauffement planétaire sur 100 ans
CO ₂	1 (par définition)
CH ₄	21
N ₂ O	310

⁷ Office national de l'énergie, 2010. Tables de conversion d'unités d'énergie.

<http://www.neb.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfmtn/sttstc/nrgycnvrstnbl/nrgycnvrstnbl-fra.html>

⁸ Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques, Facteurs d'émission et de conversion.

⁹ GIEC, 1995, Climate Change 1995: The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, p. 22.

¹⁰ GIEC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. p 212-213.

2.2. Méthodologie générale

La méthodologie se résume à trois étapes :

- 1- **Identifier les sources d'émissions de GES.** Pour chaque secteur, il est tout d'abord nécessaire d'identifier les sources et les processus qui émettent les gaz présentés à la Section 2.1.1.
- 2- **Calculs des émissions de GES.** Les facteurs d'émissions sont utilisés pour calculer les émissions de GES lorsqu'elles proviennent de la consommation d'énergie. Lorsqu'elles proviennent d'autres sources, il est alors nécessaire d'employer d'autres méthodologies. Ces dernières sont expliquées en détail dans les sections pertinentes.
- 3- **Conversion en équivalent CO₂ (CO₂e).** En utilisant les PRP, toutes les émissions peuvent être converties dans la même unité, c'est-à-dire en CO₂e. De cette façon, les résultats peuvent facilement être additionnés et comparés entre eux même lorsque les gaz émis sont différents.

3. INVENTAIRE CORPORATIF

Tel que mentionné précédemment, l'inventaire corporatif regroupe les bâtiments municipaux, les véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que ceux des sous-contractants, de même que le traitement des eaux usées.

3.1. Bâtiments municipaux

Les émissions de GES des bâtiments municipaux proviennent de leur consommation d'énergie et des émissions fugitives des réfrigérants.

3.1.1. Consommation d'énergie

Seule l'électricité est utilisée comme source d'énergie dans les bâtiments de la municipalité de Chelsea. Les factures de tous les bâtiments ont été compilées afin de déterminer la quantité et le coût de l'énergie utilisée. Par la suite, la quantité d'énergie a pu être convertie en émissions de GES grâce aux coefficients d'émissions (Annexe 2) et ensuite en CO₂e grâce aux potentiels de réchauffement (Section 2.1.3). En tout, les émissions de 2010 de 11 bâtiments municipaux et de deux ensembles d'éclairage public ont été considérées. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.1.

TABLEAU 3.1 : ÉNERGIE CONSOMMÉE, COÛTS ET ÉMISSIONS DES BÂTIMENTS

		Électricité
Énergie consommée		875 543 kWh
Coût (\$)		119 250
Émissions (t)	CO ₂	2,26
	CH ₄	0,0003
	N ₂ O	0,000075
Émissions totales (tCO ₂ e)		2,29
Énergie (GJ)		2 711

La liste des émissions individuelles de chaque bâtiment est présentée à l'Annexe 3.

3.1.2. Émissions fugitives de réfrigérants

Au niveau des réfrigérants, les bâtiments en possèdent dans neuf réfrigérateurs, trois systèmes de climatisation et neuf refroidisseurs d'eau, mais aucun au niveau du système de suppression des incendies. Tous ces appareils contiennent des gaz visés par le Protocole de Kyoto, précisément R-134a et HFC - 134. Les résultats sont présentés au Tableau 3.2. Il est important de souligner que les calculs reliés aux réfrigérants contiennent plusieurs approximations et que les résultats devraient être interprétés comme ordre de grandeur plutôt que comme valeurs précises. Tous les détails reliés aux calculs et aux approximations utilisés sont disponibles à l'Annexe 5.

TABLEAU 3.2 : ÉMISSIONS TOTALES DE REFRIGERANTS DANS LES BATIMENTS, À REPERTORIER DANS L'INVENTAIRE

Type d'équipement	Émissions annuelles (tCO ₂ e)
Réfrigérateurs	0,050
Climatiseurs	0,072
Refroidisseurs d'eau	0,011
Total	0,133

3.2. Véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que les véhicules des sous-contractants

Tout comme les bâtiments municipaux, les émissions de GES des véhicules et équipements motorisés ainsi que de ceux des sous-contractants proviennent à la fois de l'énergie consommée et des émissions fugitives de réfrigérants.

3.2.1. Consommation d'énergie

Les véhicules et équipements motorisés de la municipalité de Chelsea et de ses sous-contractants utilisent du diesel et de l'essence comme sources d'énergie. La méthodologie employée est la même que pour les bâtiments municipaux (Section 3.1.1). Les résultats sont présentés au Tableau 3.3 et illustrés aux Figures 3.1 à 3.4. L'Annexe 4 présente les données de façon plus détaillée.

TABEAU 3.3 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE, COÛT ET ÉMISSIONS DES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX ET DE SES SOUS-CONTRACTANTS

		Diesel	Essence	Total
Consommation d'énergie		183 267 litres	19 203 litres	-
Coût		182 276 \$	19 364 \$	201 640 \$
Émissions (tonnes)	CO ₂	488,0	44,0	532,0
	CH ₄	0,03	0,05	0,08
	N ₂ O	0,02	0,002	0,02
Émissions totales (tCO ₂ e)		493,3	45,2	538,5
Énergie (GJ)		7 088,8	665,6	7 754,3

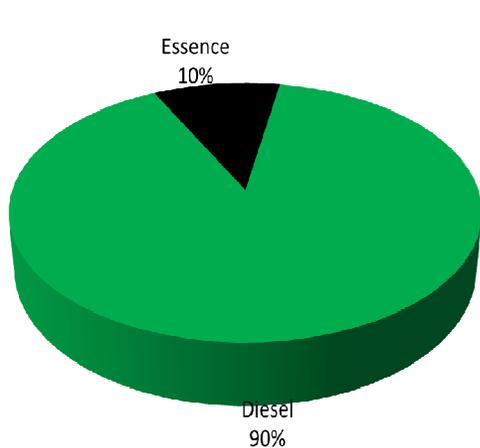


FIGURE 3.1 : COÛT DE L'ÉNERGIE POUR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (201 640 \$)

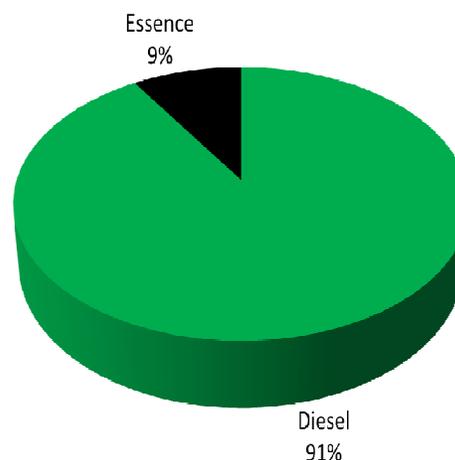


FIGURE 3.2 : ÉNERGIE PRODUITE PAR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (7 754 GJ)

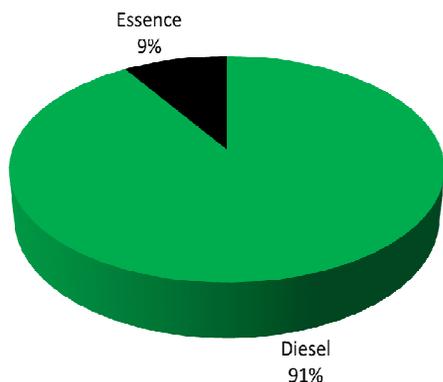


FIGURE 3.3 : ÉMISSIONS DES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (538 TCO₂E)

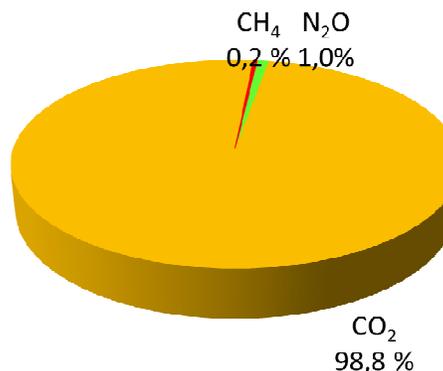


FIGURE 3.4 : GAZ PRODUIT PAR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS (538 TCO₂E)

3.2.2. Émissions fugitives de réfrigérants

Il a été déterminé que les 17 véhicules appartenant à la municipalité de Chelsea et à ses sous-contractants possèdent un système de climatisation. En nous basant sur cette valeur et sur quelques hypothèses, nous sommes arrivés à la conclusion que les émissions de réfrigérants provenant des véhicules représentent 4,98 tCO₂e. Encore une fois, soulignons que l'information limitée dont nous disposons rend cette valeur approximative (voir Annexe 5 pour plus de détails).

3.3. Traitement des eaux usées

Les émissions de CO₂ provenant du traitement des eaux usées ne sont pas prises en compte dans l'inventaire parce qu'elles proviennent de la décomposition de la biomasse et qu'elles sont par la suite réintégrées à la biomasse par le processus de la photosynthèse. Les émissions de méthane (CH₄) et d'oxyde d'azote (N₂O) sont prises en compte dans l'inventaire parce qu'elles ne sont pas réintégrées à la biomasse.

Selon les données de la municipalité de Chelsea, il y a 2 866 fosses septiques et la municipalité ne dispose pas d'un système d'égouts. Par conséquent, toute la population de la municipalité (7 258 personnes) est reliée à une fosse septique. Dans le cas de l'utilisation d'une fosse septique, il est recommandé¹¹ par le GIEC de comptabiliser les émissions fugitives de méthane grâce à la formule ci-dessous :

$$E_{CH_4} = (P * DBO - DBO_{Boue}) * FE_{CH_4}$$

Où E_{CH_4} = émissions de CH₄ fugitives des fosses septiques (kg/année);
 P = population reliée aux fosses septiques;
 DBO = Demande biologique en oxygène dans les eaux usées (21,9 kg DBO/personne/année)¹⁴;
 DBO_{Boue} = Quantité de DBO dans les boues qui ont été vidangées (kg DBO/année);
 FE_{CH₄} = Facteur d'émission du CH₄ (0,18 kg CH₄/kg DBO)¹⁴.

La valeur de DBO_{Boue} est obtenue en multipliant le volume des boues vidangées par année pour l'ensemble des fosses considérées par 7,5 kg DBO/m³. Selon la municipalité, le volume total des boues vidangées est de 1 779,1 m³ par an (470 000 gallons US). La valeur de DBO_{Boue} pour Chelsea est donc de 13 343 kg DBO/année. Le résultat est :

$$E_{CH_4} = (7\,258 * 21,9 - 13\,343) * 0,18 = 26\,209 \frac{kg\ CH_4}{année}$$

Les eaux usées traitées par fosses septiques émettent donc 550 tCO₂e par an, par émission fugitive de CH₄, soit 76 kg CO₂e par personne utilisant ce dispositif.

¹¹ GIEC, 2006. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de Serre, Volume 5, Chap. 6 : Traitement et rejet des eaux usées, p.6, 15. : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf

4. INVENTAIRE COLLECTIF

L'inventaire collectif inclut les matières résiduelles et le transport routier.

4.1. Matières résiduelles

Les matières résiduelles peuvent être incinérées ou enfouies, mais la municipalité de Chelsea utilise exclusivement l'enfouissement.

Afin de déterminer les émissions de GES d'un centre d'enfouissement pour une année donnée, il est nécessaire de connaître les quantités de déchets qui y ont été introduites depuis son ouverture. Or les quantités de déchets enfouis ne sont connues que pour les années 2002 à 2011. En concertation avec le MDDEFP, nous avons décidé de déterminer ces quantités par une modélisation à partir de la variation de la population en considérant que les quantités de déchets enfouis suivent cette variation de la population. Plus de détails sur la modélisation sont présentés en Annexe 6.

Le Tableau 4.1 fait état des quantités de déchets traités estimées pour le site d'enfouissement utilisé par la municipalité de Chelsea depuis 1976.

TABLEAU 4.1 : QUANTITÉ DE DÉCHETS ENFOUIS AU SITE D'ENFOUISSEMENT DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA (TONNES MÉTRIQUES)

Année	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Quantité de déchets (t)	1 441	1 463	1 484	1 506	1 528	1 551	1 574	1 597	1 621	1 644	1 669

Année	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Quantité de déchets (t)	1 693	1 718	1 744	1 769	1 795	1 822	1 849	1 876	1 904	1 932	1 960

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Quantité de déchets (t)	1 989	2 019	2 048	2 079	2 109	2 140	2 172	2 251	2 330	2 409	2 105

Année	2009	2010	2011
Quantité de déchets (t)	1 894	1 984	1 910

La décomposition des matières résiduelles émet du CO₂ et du CH₄. Pour calculer les émissions à partir de la quantité de déchets, nous avons utilisé le logiciel LandGEM développé par l'EPA (Environmental Protection Agency)¹² avec les constantes recommandées par Environnement Canada¹³. Tous les détails reliés au modèle et aux calculs se trouvent à l'Annexe 6. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4.2.

TABLEAU 4.2 : ÉMISSIONS DE GES PROVENANT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

Émissions de CO ₂ (t)	Émissions de CH ₄		Émissions totales (tCO ₂ e)
	tCH ₄	tCO ₂ e	
(377 ¹⁴)	137,36	2 884,63	2 884,63

¹² United States Environmental Agency (Office of Research and Development), Landfill Gas Emission Model (LandGEM – version 3.02) <http://www.epa.gov/ttn/catc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>.

¹³ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2009, part.2 p. 148-149.

¹⁴ Les émissions de CO₂ pour les matières résiduelles sont présentées à titre informatif et ne font pas partie du total de l'inventaire. Pour plus d'informations à ce sujet, voir la Section 1.2 et la Section 4.1.

Les émissions de CO₂ sont présentées à titre informatif, mais elles ne sont pas prises en compte dans l'inventaire. Les émissions reliées aux matières résiduelles en 2010 sont donc de 2 884,63 tCO₂e.

Peu importe l'année observée, aucun captage de biogaz n'a eu lieu sur le site d'enfouissement utilisé par la municipalité de Chelsea.

4.2. Transport routier

Tout le transport routier de la municipalité de Chelsea est considéré dans cette section : automobiles, camions légers, motocyclettes, camions lourds, autobus et autobus scolaire. De plus, les véhicules hors terrain tels que les motoneiges et les véhicules tout terrain sont également pris en compte. Dans ce qui suit, le terme « transport routier » inclut à la fois le transport routier et le transport hors terrain.

La façon la plus précise d'établir l'inventaire des émissions de GES associées au transport routier est de convertir les volumes de vente de carburants en émissions de CO₂, comme pour les véhicules municipaux (Section 3.2.1). Malheureusement, les compagnies pétrolières ne publient pas leurs données à ce sujet. Une autre approche consiste à calculer les émissions à partir d'un modèle complet de la circulation. Cette technique, bien que précise, est beaucoup trop complexe et coûteuse pour l'étendue de ce mandat.

À défaut d'utiliser ces méthodes, nous pouvons estimer les émissions de GES du transport routier en nous basant sur les valeurs du plus récent Rapport d'inventaire national d'Environnement Canada¹⁵. Ce rapport nous indique qu'en 2010, les émissions reliées au transport routier au Québec étaient de 32 091 000 tCO₂e (ce nombre inclut le transport hors route). Il faut maintenant ramener cette valeur à la municipalité de Chelsea. Pour ce faire, il y a au moins trois façons de procéder: nous pouvons nous baser sur la population, sur le nombre de véhicules, ou encore sur le nombre et le type de véhicules. Ces trois méthodes sont présentées individuellement ci-dessous.

4.2.1. Méthode #1: Analyse basée sur la population

En 2010, la population du Québec était de 7 905 679 habitants¹⁶, tandis que la population de Chelsea était de 7 285 habitants. Nous pouvons donc écrire :

$$\text{Émissions} = \frac{7\,285 \text{ habitants}}{7\,905\,679 \text{ habitants}} * 32\,091\,000 \text{ tCO}_2\text{e} = 29\,462 \text{ tCO}_2\text{e}$$

¹⁵ Voir l'Annexe 14, Tableau A14-10. Le rapport complet (avec les annexes) est publié sur le site de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques :

http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php

¹⁶ Estimation de la population des municipalités du Québec au 1er juillet des années 1996 à 2011, selon le découpage géographique au 1er juillet 2011 par l'Institut de la statistique Québec (ISQ) :

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/index.htm

Selon cette méthode, le transport routier de la municipalité de Chelsea a émis 29 462 tCO₂e en 2010.

4.2.2. Méthode #2: Analyse basée sur le nombre de véhicules

Au lieu d'utiliser le ratio de la population, nous pouvons plutôt utiliser le ratio du nombre de véhicules immatriculés. Selon le bilan 2010 de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)¹⁷, il y avait 5 913 950 véhicules immatriculés au Québec et 33 499 pour la MRC Les Collines-de-l'Outaouais. Pour trouver le nombre de véhicules dans la municipalité de Chelsea à partir du nombre de véhicules dans la MRC, il suffit d'utiliser le ratio de la population. Selon l'ISQ¹⁸, la MRC Les Collines-de-l'Outaouais avait une population de 47 489 habitants et la municipalité de Chelsea 7 285 en 2010. La municipalité de Chelsea contenait donc 15,3 % des habitants de sa MRC. En supposant que les véhicules sont répartis également parmi la population, nous trouvons qu'il y a approximativement 5 120 véhicules immatriculés à Chelsea. Par conséquent :

$$\text{Émissions} = \frac{5\,120 \text{ véhicules}}{5\,915\,930 \text{ véhicules}} * 32\,091 \text{ ktCO}_2\text{e} = 27\,782 \text{ tCO}_2\text{e}$$

Ce résultat – 27 782 tCO₂e pour le transport routier en 2010 – est 5,7 % moins élevé que celui obtenu avec la première méthode. La différence provient du fait que, proportionnellement, il y a légèrement moins de véhicules dans la MRC Les Collines-de-l'Outaouais que dans le reste du Québec. En effet, la moyenne provinciale est de 0,75 véhicule par habitant, mais dans la MRC les Collines-de-l'Outaouais, cette valeur est plutôt de 0,70 véhicule par habitant.

4.2.3. Méthode #3: Analyse basée sur le nombre et le type de véhicules

La troisième méthode est beaucoup plus complexe et tous les détails des calculs sont présentés à l'Annexe 7. Elle permet d'obtenir une valeur d'émissions de 37 269 tCO₂e pour le transport routier de la municipalité de Chelsea pour l'année 2010. La Figure 4.1 montre les résultats pour chaque type de véhicule.

¹⁷ Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), Bilan 2010 – Accidents, parc automobile, permis de conduire, p. 195 à 200.

¹⁸ Institut de la statistique du Québec (ISQ). Estimation de la population des MRC et des territoires équivalents, 1er juillet des années 1996, 2001 et 2006 à 2011 (découpage géographique au 1er juillet 2011). En ligne : http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/mrc_total.htm

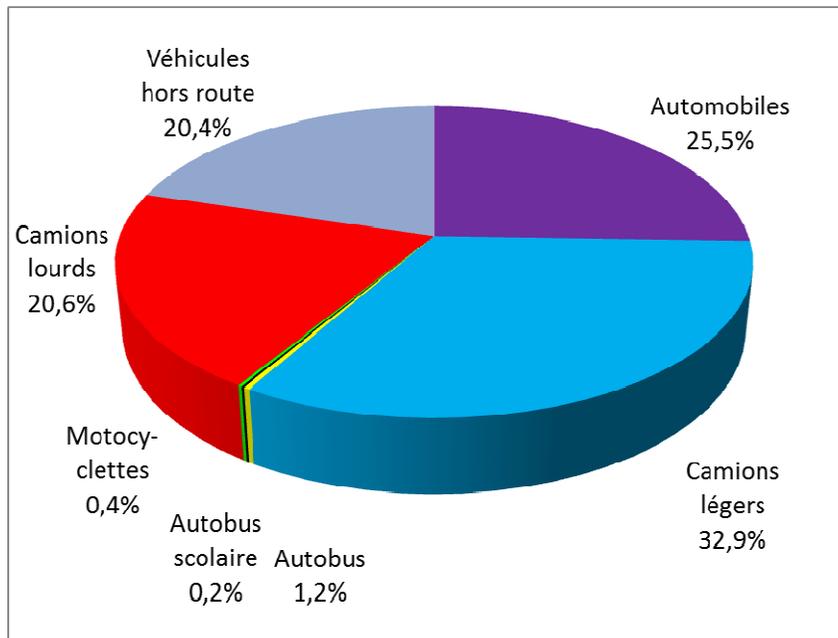


FIGURE 4.1 : ÉMISSIONS DE GES (37 269 tCO₂e) EN FONCTION DU TYPE DE VÉHICULE

Les résultats obtenus par cette troisième méthode sont plus élevés comparativement aux deux premières. Cela peut s'expliquer par le nombre de véhicules par 1000 personnes qui est plus élevé que la moyenne provinciale : 952 véhicules à Chelsea et 747 véhicules au Québec. Le tableau 4.3 présente les émissions de GES par 1 000 personnes et le nombre de véhicules par 1000 personnes, au Québec et à Chelsea.

TABLEAU 4.3 : NOMBRE DE VÉHICULES ET ÉMISSIONS DE GES POUR CHAQUE TYPE DE VÉHICULE AU QUÉBEC ET À CHELSEA

Type de véhicules	Émissions par véhicule (tCO ₂ e)	Nombre de véhicules par 1 000 personnes		Émissions par 1 000 personnes (tCO ₂ e)	
		Québec	Chelsea	Québec	Chelsea
Automobiles	3,4	398	381	1 367	1 309
Camions légers	5,0	203	338	1 016	1 688
Motocyclettes	0,2	24	33	11	15
Autobus	52,6	1	0	53	7
Autobus scolaire	15,7	1	1	20	9
Camions lourds	51,8	20	20	1 010	1 060
Véhicules hors route	7,7	99	178	582	1 048
Total		747	952	4 059	5 135

4.2.4. Synthèse

Les trois méthodes d'analyse donnent respectivement des émissions de 29 462 tCO₂e, 27 782 tCO₂e et 37 269 tCO₂e. En théorie, la troisième méthode est la plus détaillée, ce qui la rend plus précise. C'est aussi la méthode privilégiée par le MDDEFP. Par conséquent, nous allons considérer que les émissions de GES associées au transport routier sont de 37 269 tCO₂e.

5. BILAN ET COMPARAISON

5.1. Bilan

Le Tableau 5.1 présente le bilan de l'inventaire et la Figure 5.1 détaille les résultats du champ corporatif. Dans ce tableau, les émissions de CO₂ provenant des matières résiduelles sont entre parenthèses parce qu'elles ne sont pas incluses dans le total; les émissions de CO₂ provenant du traitement des eaux usées ne sont pas indiquées parce qu'elles n'ont pas été calculées (elles n'avaient pas à être incluses dans l'inventaire, tel qu'expliqué précédemment); les émissions du transport routier sont regroupées parce que la méthodologie utilisée ne permettait pas de départager les émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O.

TABLEAU 5.1 : BILAN DE L'INVENTAIRE

Source	Émissions (tCO ₂ e)				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Autres (réfrigérants)	Total
Champ corporatif					
Bâtiments municipaux	2,26	0,006	0,02	0,133	2,42
Véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que sous-contractants ¹⁹	532,00	1,55	5,23	4,98	543,76
Traitement des eaux usées	-	550,39	-	-	550,39
Total	534,26	551,95	5,25	5,12	1096,56
Champ collectif					
Matières résiduelles	(377 ²⁰)	2 884,63	0	-	2 884,63
Transport routier ²¹	36 725,39			-	36 725,39
Total	39 610,02			0	39 610,2
Grand total	40 701,48			5,12	40 706,60

¹⁹ N'ayant pas les données sur les réfrigérants des sous-contractants de la municipalité, seules les émissions liées aux véhicules municipaux sont comptabilisées pour cette catégorie. Les émissions liées à la consommation de diesel par les sous-contractants sont toutefois comptabilisées.

²⁰ Les émissions de CO₂ pour les matières résiduelles sont présentées à titre informatif et ne font pas partie du total de l'inventaire. Pour plus d'informations à ce sujet, voir la Section 1.2 et la Section 4.1.

²¹ Il faut soustraire les émissions provenant des véhicules municipaux immatriculés des émissions provenant du transport routier dans le champ collectif afin d'éviter le double comptage.

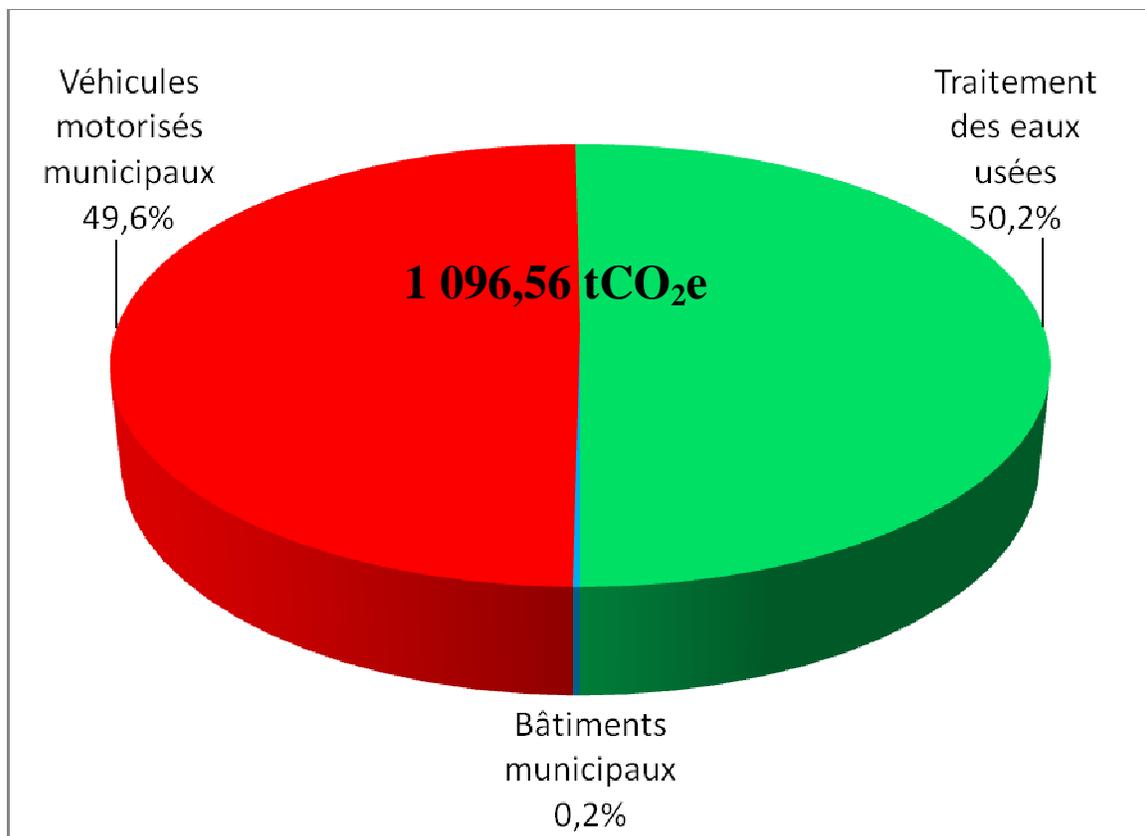


FIGURE 5.1: BILAN DE L'INVENTAIRE CORPORATIF

Les émissions provenant du traitement des eaux usées représentent 50 % des émissions du secteur corporatif et elles proviennent entièrement des fosses septiques. L'autre moitié des émissions corporatives provient des véhicules et équipements motorisés, et plus particulièrement de leur consommation d'énergie (les émissions provenant des réfrigérants représentent moins de 1 % du total).

Le Tableau 5.2 résume les résultats pour les bâtiments ainsi que les véhicules et équipements motorisés corporatifs. Les réfrigérants ne sont pas inclus.

TABLEAU 5.2 : BILAN DES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS CORPORATIFS (RÉFRIGÉRANTS EXCLUS)

	Bâtiments	Véhicules et équipements motorisés
Coût (\$)	119 250	201 640
Émissions totales (tCO ₂ e)	2,29	538,47
Énergie (GJ)	2 711	7 754

Les véhicules et les équipements motorisés consomment environ 2,9 fois plus d'énergie que les bâtiments et leurs émissions sont 235 fois plus élevées. La raison derrière cette différence entre la consommation d'énergie et les émissions est que l'électricité fournit 100 % de l'énergie des bâtiments et qu'au Québec, 97 % de l'électricité provient de sources à très faibles émissions, notamment l'hydroélectricité et l'énergie éolienne.

Une autre analyse intéressante consiste à comparer les sources d'énergie entre elles. Pour ce faire, le Tableau 5.3 montre le bilan pour chaque source. Les valeurs incluent à la fois les bâtiments et les véhicules. Ces données permettent de calculer les émissions et le coût moyen associé à chaque type d'énergie. Les résultats sont présentés au Tableau 5.4.

TABLEAU 5.3 : BILAN DÉTAILLÉ POUR LES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS CORPORATIFS (RÉFRIGÉRANTS EXCLUS)

	Quantité	Coût (\$)	Émissions totales (tCO ₂ e)	Énergie (GJ)
Diesel	183 267 litres	182 276	493,26	7 089
Électricité	875 543 kWh	119 250	2,29	2 711
Essence	19 203 litres	19 364	45,21	666
Total	-	320 890	540,76	10 465

TABLEAU 5.4 : COMPARAISON DES SOURCES D'ÉNERGIE UTILISÉES POUR ALIMENTER LES BÂTIMENTS, VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS CORPORATIFS

Source d'énergie	Émissions (gCO ₂ e/MJ)	Coût (\$/GJ)
Diesel	69,6	26
Électricité	0,84	44
Essence	67,9	29

Pour ce qui est du champ collectif, les émissions provenant des matières résiduelles (2 884,63 tCO₂e) représentent à elles seules près de 2,6 fois les émissions de l'ensemble du champ corporatif. De leur côté, les émissions du transport routier sont beaucoup plus élevées (90 % du total) que celles de tous les autres secteurs considérés dans l'inventaire.

5.2. Comparaison

Le Tableau 5.5 présente notamment les émissions de la municipalité de Chelsea, de la ville de Roberval²², de la ville d'Amos²³, de l'agglomération de Québec²⁴ et de la ville de Laval²⁵. Les émissions sont exprimées par habitant afin de faciliter la comparaison. Les résultats sont assez similaires. Pour le secteur collectif (transport collectif et matières résiduelles), la municipalité de Chelsea émet moins de GES que les villes de Roberval et d'Amos (respectivement 75 % et 81 %) mais plus de GES que les villes de Québec et de Laval (respectivement 137 % et 126 %).

Les émissions sont de 5,68 tCO₂e par habitant à Chelsea, comparativement à 7,06, 7,58, 4,1 et 4,5 tCO₂e par habitant pour Amos, Roberval, Québec et Laval.

²² ÉcoRessources Consultants 2010. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la ville de Roberval en 2005.

²³ ÉcoRessources Consultants 2010. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la ville d'Amos en 2006.

²⁴ Ville de Québec et TecSult inc., 2008. Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre de l'agglomération de Québec – Rapport final.

²⁵ YHC Environnement, 2005. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre pour la ville et la collectivité de Laval.

TABLEAU 5.5 : COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA, DE ROBERVAL, D'AMOS, DE L'AGGLOMÉRATION DE QUÉBEC ET DE LAVAL

	Émissions (tCO ₂ e par habitant)				
	Chelsea	Roberval	Amos	Agglomération de Québec	Laval
Caractéristiques					
Population	7 258	10 728	12 584	534 750	364 806
Année de référence	2010	2005	2006	2006	2004
Nombre de véhicules par habitant	0,71	1,09	1,07	0,63	0,62
Champ corporatif					
Bâtiments	0,0003	0,027	0,016	0,028	0,037
Véhicules et équipements motorisés	0,07	0,041	0,079	0,105	0,028
Eaux usées	0,08	0,027	0,021	0,021	0,031
Total	0,15	0,095	0,116	0,154	0,096
Champ collectif					
Matières résiduelles	0,40	0,79	0,80	0,27	0,22
Transport routier	5,13	6,69	6,14	3,72	4,18
Total	5,53	7,49	6,94	3,99	4,40
Grand total	5,68	7,58	7,06	4,14	4,50

Il serait intéressant de connaître les émissions totales de la municipalité de Chelsea afin de pouvoir les comparer avec celles d'autres municipalités, mais le présent inventaire est incomplet. Certains secteurs, notamment les secteurs résidentiel et industriel, n'ont pas été considérés. Nous pouvons cependant effectuer une estimation. Les émissions totales de l'agglomération de Québec et de la municipalité de Laval sont respectivement de 7,9 et de 7,3 tCO₂e par habitant. Cela signifie que les émissions des secteurs qui n'ont pas été considérés dans le présent inventaire sont de 2,8 et 3,8 tCO₂e par habitant pour ces deux municipalités, puisque leur inventaire est complet. Nous pouvons supposer que la municipalité de Chelsea aurait les mêmes émissions moyennes (3,3 tCO₂e) pour les secteurs non inclus dans l'inventaire. En additionnant ce résultat au total de l'inventaire (5,68 tCO₂e), nous concluons que les émissions totales de la municipalité de Chelsea sont d'environ 8,98 tCO₂e.

La Figure 5.2 compare les émissions totales de la municipalité de Chelsea avec celles d'autres villes et d'autres provinces²⁶. Les émissions de la municipalité de Chelsea sont très proches de celles de l'agglomération de Québec et en dessous de la moyenne québécoise.

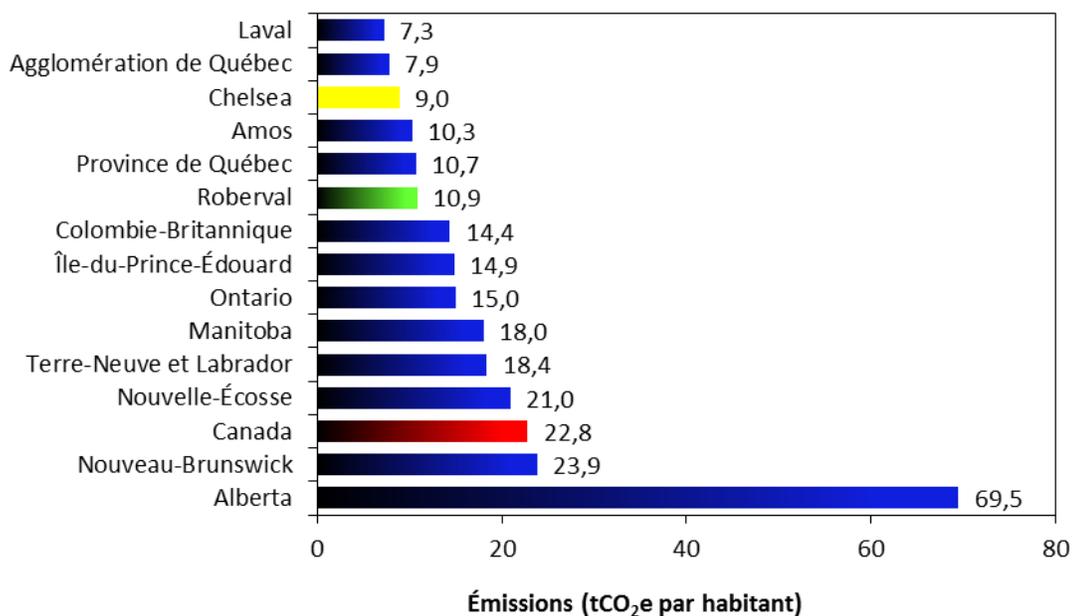


FIGURE 5.2: COMPARAISON DES ÉMISSIONS TOTALES PAR HABITANT DE LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA AVEC D'AUTRES VILLES ET PROVINCES

²⁶ Pour les émissions des autres provinces : Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008.

6. CONCLUSION

Ce rapport présente un inventaire des émissions de GES de la municipalité de Chelsea en 2010. Cinq secteurs ont été considérés: les bâtiments municipaux (2,42 tCO₂e), les véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que ceux de ses sous-contractants (543,76 tCO₂e), le traitement des eaux usées (550,39 tCO₂e), les matières résiduelles (2 884,63 tCO₂e) et le transport routier (37 269,15 tCO₂e)²⁷.

Les résultats pour la consommation d'énergie des bâtiments sont très précis; ils sont basés sur les consommations exactes d'énergie fournies par la municipalité de Chelsea et sur des facteurs d'émissions déterminés rigoureusement à l'aide de publications reconnues. Les résultats pour les véhicules et équipements motorisés, le traitement des eaux usées et les matières résiduelles sont eux aussi fiables. Ils contiennent une marge d'erreur un peu plus élevée que celle des bâtiments et des véhicules et équipements motorisés, mais ils sont malgré tout basés sur une méthodologie bien établie et sur des données solides. Les calculs reliés au transport routier sont un peu plus imprécis. Trois méthodes ont été utilisées, mais elles produisent des résultats semblables. Les deux meilleures méthodes donnent des émissions totales de 27 782 tCO₂e et 37 269 ktCO₂e – une différence de 34 %. Il semble donc raisonnable de conclure que le résultat final contient une marge d'erreur de l'ordre de 30 à 38 %. Enfin, la méthodologie utilisée pour les réfrigérants est plus approximative. Cela étant dit, l'importance des réfrigérants demeure marginale (ils représentent 5,5 % des émissions des bâtiments ainsi que 0,9 % des émissions des véhicules et des équipements motorisés) et les erreurs potentielles entraînées par le manque de précision ont peu d'impact sur les résultats finaux.

Le présent inventaire sera utilisé comme point de départ dans notre analyse visant à identifier les mesures permettant de réduire les émissions de GES. Les résultats de cette analyse nous permettront ensuite d'élaborer le plan d'action qui constitue la deuxième partie de notre mandat. Le plan d'action sera présenté dans notre prochain rapport.

²⁷ De ce total, il faut soustraire les émissions provenant des véhicules et équipements motorisés municipaux immatriculés afin d'éviter le double comptage.

Annexes

Annexe 1 : Liste et caractéristiques des gaz à effet de serre

Le Tableau A1.1 montre les caractéristiques de tous les GES qui doivent être pris en compte dans les inventaires. La liste est basée sur les exigences du programme *Climat municipalités*²⁸, qui sont elles-mêmes basées sur les critères établis par le GIEC²⁹. Notons que la liste est identique à celle utilisée dans le Rapport d'inventaire national canadien.

TABLEAU A1.1 : CARACTÉRISTIQUES DES GES CONSIDÉRÉS DANS L'INVENTAIRE

GES		Formule	Potentiel de réchauffement planétaire sur 100 ans ³⁰	Durée de vie atmosphérique ³⁰ (années)
Dioxyde de carbone		CO ₂	1	Variable
Méthane		CH ₄	21	12
Oxyde nitreux		N ₂ O	310	120
Hexafluorure de soufre		SF ₆	23 900	3 200
Hydrofluorocarbures (HFC)	HFC-23	CHF ₃	11 700	264
	HFC-32	CH ₂ F ₂	650	5,6
	HFC-41	CH ₃ F	150	3,7
	HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1 300	17,1
	HFC-125	C ₂ HF ₅	2 800	32,6
	HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1 000	10,6
	HFC-134a	CH ₂ FCF ₃ (CH ₂ FCF ₃)	1 300	14,6
	HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300	3,8
	HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3 800	48,3
	HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140	1,5
	HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2 900	36,5
	HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6 300	209
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560	6,6	
Perfluorocarbures (PFC)	Perfluorométhane	CF ₄	6 500	50 000
	Perfluoroéthane	C ₂ F ₆	9 200	10 000
	Perfluoropropane	C ₃ F ₈	7 000	2 600
	Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	7 000	2 600
	Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	8 700	3 200
	Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	7 500	4 100
	Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	7 400	3 200

²⁸ MDDEFP, 2009. Programme *Climat municipalités*. Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal.

²⁹ GIEC, 2006. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de Serre. Volume 1 : Orientations générales et établissement des rapports. www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol1.html

³⁰ GIEC, 1995, Climate Change 1995: The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, p. 22.

Annexe 2 : Facteurs d'émissions et contenu énergétique

Le Tableau A2.1 liste les facteurs d'émissions et les contenus énergétiques utilisés dans les calculs. Les valeurs proviennent de trois sources: le Rapport d'inventaire national d'Environnement Canada, les tables de conversion d'unité d'énergie de l'Office national de l'énergie et les facteurs d'émissions et de conversion de l'Agence de l'efficacité énergétique.

TABLEAU A2.1 : FACTEURS D'ÉMISSIONS ET CONTENU ÉNERGÉTIQUE DE DIFFÉRENTES FORMES D'ÉNERGIE

Forme d'énergie	Unité	Émissions pour une unité (g) ³¹				Énergie ³² (MJ)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Totales (éq CO ₂)	
Électricité	kWh	3	0,0004	0,0001	3	3,6
Gaz naturel (source fixe)	m ³	1 891	0,037	0,035	1 903	37,1
Propane (équip.motor.)	Litre	1 510	0,64	0,028	1 532	25,5
Essence véh. léger niveau 2 (2004-2009)	Litre	2 289	0,14	0,022	2 299	34,7
Essence véh. léger niveau 1 (1994-2003)	Litre	2 289	0,23	0,47	2 440	34,7
Essence véh. léger niveau 0 (1980-1995)	Litre	2 289	0,32	0,66	2 500	34,7
Essence véh. léger catalyseur d'oxydation (1975-1985)	Litre	2 289	0,52	0,2	2 362	34,7
Essence véh. léger dispositif non catalytique (1960-1984)	Litre	2 289	0,46	0,028	2 307	34,7
Essence cam. léger niveau 2 (2004-2009)	Litre	2 289	0,14	0,022	2 299	34,7
Essence cam. léger niveau 1 (1994-2003)	Litre	2 289	0,24	0,58	2 474	34,7
Essence cam. léger niveau 0 (1980-1995)	Litre	2 289	0,21	0,66	2 498	34,7
Essence cam. léger catalyseur d'oxydation (1975-1985)	Litre	2 289	0,43	0,2	2 360	34,7
Essence cam. léger dispositif non catalytique (1960-1984)	Litre	2 289	0,56	0,028	2 309	34,7
Diesel véh. léger dispositif avancé (2004 - 2009)	Litre	2 663	0,051	0,22	2 732	38,7
Diesel véh. léger dispositif modéré (1994 -2004)	Litre	2 663	0,068	0,21	2 730	38,7
Diesel véh. léger sans dispositif (1980 - 1995)	Litre	2 663	0,1	0,16	2 715	38,7
Diesel cam. léger dispositif avancé (2004 - 2009)	Litre	2 663	0,068	0,22	2 733	38,7
Diesel cam. léger dispositif modéré (1994 -2004)	Litre	2 663	0,068	0,21	2 730	38,7
Diesel cam. léger sans dispositif (1980 - 1995)	Litre	2 663	0,085	0,16	2 714	38,7
Diesel cam. lourd dispositif avancé (2004 - 2009)	Litre	2 663	0,11	0,151	2712	38,7
Diesel cam. lourd dispositif modéré (1994 -2004)	Litre	2 663	0,14	0,082	2691	38,7
Diesel cam. lourd sans dispositif (1980 - 1995)	Litre	2 663	0,15	0,075	2689	38,7
Hors route essence	Litre	2 289	2,7	0,05	2 361	34,7
Hors route diesel	Litre	2 663	0,15	1,1	3 007	38,7

³¹ Facteurs d'émissions : Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2009, tableaux A8-3, A8-4, A8-11, A8-26, A13-6.

³² Sauf indication contraire : Office national de l'énergie, 2010. Tables de conversion d'unités d'énergie.
<http://www.neb.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfmtn/sttsc/nrgycnvrntbl/nrgycnvrntbl-fra.html>

Annexe 3 : Consommation d'énergie des bâtiments municipaux

Le Tableau A3.1 présente la quantité, le coût, les émissions de GES et l'énergie consommée pour chaque bâtiment.

TABLEAU A3.1 : QUANTITÉ, COÛT DE L'ÉNERGIE, ÉMISSIONS DE GES ET ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LES BÂTIMENTS

Lieu	Quantité (kWh)	Coût (\$)	Émissions totales (tCO ₂ e)	Énergie consommée (GJ)
	Électricité	Électricité	Électricité	Électricité
Total	875 543	119 250 \$	2,29	2710,61
Hôtel de ville	234 722	51 746 \$	0,713	845
Caserne 1	145 964	15 167 \$	0,444	525
Caserne 2	11 912	1 340 \$	0,036	43
Caserne 3	40 349	4 008 \$	0,123	145
Centre Communautaire Old Chelsea	47 972	4 794 \$	0,146	173
Centre Communautaire Farm Point	50 230	5 032 \$	0,153	181
Garage Municipal	116 492	10 502 \$	0,354	419
Garage Entretien	17 400	1 845 \$	0,053	63
Chalet service Hollow Glen	29 694	3 083 \$	0,090	107
Chalet service Farm Point	22 438	2 339 \$	0,068	81
Roseau Mill	25 799	3 071 \$	0,078	93
Terrain de soccer	9 974	1 432 \$	0,030	36
Éclairage publique	122 596	14 891 \$	0,373	441

Annexe 4 : Consommation d'énergie des véhicules et équipements motorisés municipaux ainsi que de ceux des sous-contractants

Les Tableaux A4.1 et A4.2 présentent la quantité, le coût, les émissions de GES et l'énergie consommée pour chaque véhicule et équipement motorisé répertorié.

TABLEAU A4.1 : QUANTITÉ ET COÛT DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LES VÉHICULES ET LES ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS

Véhicules	Quantité (litres)			Coût (\$)		
	Diesel	Essence	Propane	Diesel	Essence	Propane
Total	183 267	19 203	0	182 276 \$	19 364 \$	0 \$
	-			201 640 \$		
Véhicules de la municipalité	98 817	19 203	0	98 283 \$	19 364 \$	0 \$
Chevrolet Silverado 2005	6 134			6 101 \$		
Chevrolet Silverado 2001		1 544			1 557 \$	
Ford Louisville 1998	10 224			10 168 \$		
Sterling STE 2005	12 136			12 070 \$		
Chevrolet Silverado 2009	7 634			7 593 \$		
Sterling STE 2009	16 426			16 337 \$		
GMC C55 2008	2 411			2 398 \$		
Inter 4900 1994	2 934			2 918 \$		
Ford Sterling 2001	8 134			8 090 \$		
Ford DRW 2000	2 085			2 074 \$		
Chevrolet Silverado 2001		2 460			2 480 \$	
Case 580SL 1999	2 009			1 998 \$		
Case 590SM 2002	3 349			3 331 \$		
Volvo G970 2006	15 262			15 180 \$		
Kubota L5740 2007	944			939 \$		
Volvo EW160 2006	3 240			3 222 \$		
Chevrolet Silverado 2003		4 148			4 183 \$	
Chevrolet Expre 2010		2 405			2 425 \$	
Chevrolet GMC Sie 2002		1 186			1 196 \$	
John Deere 2720 2011	809			805 \$		
Subaru Impreza 2003		542			546 \$	
Jeep Cherokee 2000		844			851 \$	
Chevrolet C6V 1986		1 225			1 236 \$	
Inter 20S 1994	1 085			1 079 \$		
Freightliner F1 70 M2 2004	796			791 \$		
Chevrolet C30 1991		561			566 \$	

Véhicules	Quantité (litres)			Coût (\$)		
	Diesel	Essence	Propane	Diesel	Essence	Propane
Freightliner FL80 1996	1 045			1 040 \$		
GMC Suburban K15 1999		1 437			1 449 \$	
Ford DRW 2000		353			356 \$	
Freightliner F1 80-3100 2004	856			851 \$		
Freightliner F1 70 M2 2004	833			828 \$		
Ford CTV 2003	473			470 \$		
GMC C45 2009		1 122			1 132 \$	
Autres (Déchiqueteuse, tracteur à gazon, coupe-bordure, scie à chaîne, souffleuse, fendeuse, laveuse à pression, pompe à eau, autres petits appareils à moteur)		1 375			1 386 \$	
Véhicules des sous-contractants	84 450			83 993 \$		
Collecte des matières résiduelles et collecte sélective	69 979			69 601 \$		
Déneigement	1 030			1 025 \$		
Collecte des boues des fosses septiques	13 440			13 367 \$		

TABLEAU A4.2 : ÉMISSIONS DE GES ET ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LES VÉHICULES ET ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS

Véhicule	Émissions totales (tCO ₂ e)			Énergie consommée (GJ)		
	Diesel	Essence	Propane	Diesel	Essence	Propane
Total	493,3	45,2	0	7088,8	665,6	0
	538,5			7 754,3		
Véhicules de la municipalité	266,0	45,2		3822,2	665,6	
Chevrolet Silverado 2005	16,5			237,3		
Chevrolet Silverado 2001		3,8			53,5	
Ford Louisville 1998	27,5			395,4		
Sterling STE 2005	32,7			469,4		
Chevrolet Silverado 2009	20,5			295,3		
Sterling STE 2009	44,2			635,4		
GMC C55 2008	6,5			93,2		
Inter 4900 1994	7,9			113,5		
Ford Sterling 2001	21,9			314,6		
Ford DRW 2000	5,6			80,6		
Chevrolet Silverado 2001		5,8			85,3	
Case 580SL 1999	5,4			77,7		
Case 590SM 2002	9,1			129,6		
Volvo G970 2006	41,1			590,3		
Kubota L5740 2007	2,5			36,5		
Volvo EW160 2006	8,7			125,3		
Chevrolet Silverado 2003		9,7			143,8	
Chevrolet Expre 2010		5,6			83,4	
Chevrolet GMC Sie 2002		2,8			41,1	
John Deere 2720 2011	2,2			31,3		
Subaru Impreza 2003		1,3			18,8	
Jeep Cherokee 2000		2,0			29,3	
Chevrolet C6V 1986		2,9			42,5	
Inter 20S 1994	2,9			42,0		
Freightliner F1 70 M2 2004	2,1			30,8		
Chevrolet C30 1991		1,3			19,4	
Freightliner FL80 1996	2,8			40,4		
GMC Suburban K15 1999		3,4			49,8	
Ford DRW 2000		0,8			12,2	
Freightliner F1 80-3100 2004	2,3			33,1		
Freightliner F1 70 M2 2004	2,2			32,2		

Véhicule	Émissions totales (tCO ₂ e)			Énergie consommée (GJ)		
	Diesel	Essence	Propane	Diesel	Essence	Propane
Ford CTV 2003	1,3			18,3		
GMC C45 2009		2,6			38,9	
Autres (Déchiqueteuse, tracteur à gazon, coupe-bordure, scie à chaîne, souffleuse, fendeuse, laveuse à pression, pompe à eau, autres petits appareil à moteur)		3,2			47,7	
Véhicules des sous-contractants	227,3			3266,5		
Collecte des matières résiduelles et collecte sélective	188,3			2 706,8		
Déneigement	2,8			39,9		
Collecte des boues des fosses septiques	36,2			519,9		

Les calculs ont été réalisés en suivant exactement le même processus que pour les bâtiments.

Sous-contractants

En ce qui concerne le déneigement, la municipalité ne fait pas ramasser sa neige. Les camions la poussent dans les fossés. Selon Transports Canada³³, la consommation pour un camion-benne type se situe à 42 litres/100km. On installe habituellement des équipements pour repousser la neige sur ce type de camion. Le nombre d'opérations de déneigement est estimé à 22 en 2010. Cette estimation se base sur l'hypothèse que les camions ont déneigé à toutes les tranches de 5 cm et sur la quantité totale de neige qui est tombée en 2010 aux alentours de Chelsea (111 cm à Ottawa selon Environnement Canada). Le nombre annuel moyen d'opérations de déneigement est multiplié par le niveau de consommation d'un camion-benne type et par le nombre de kilomètres parcourus pour le déneigement, soit 110,4 km (deux fois la longueur des routes déneigées). On obtient une consommation de 1 030 litres de diesel et des émissions estimées à 2,8 tCO₂e. Pour ce qui est de la cueillette des boues des fosses septiques, des matières résiduelles et de la cueillette sélective, l'estimation des émissions de GES se base sur le nombre de kilomètres parcourus par année, tel qu'estimé par la municipalité de Chelsea. Il s'agit de 166 617,5 km/an pour la collecte des matières résiduelles et la collecte sélective et de 10 667 km/an pour la collecte des boues des fosses septiques (32 000 km aux trois ans). En utilisant une consommation type de 42 l/100 km pour un camion-benne, les émissions de GES sont estimées à 188,3 tCO₂e pour la collecte de matières résiduelles et la collecte sélective et à 36,2 tCO₂e pour la collecte des boues des fosses septiques.

³³ <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-routier-pratiques-pour-reduction-trainee-aerodynamique-2505.htm>

Annexe 5 : Émissions fugitives de réfrigérants

La quantification des émissions reliées à l'utilisation de réfrigérants est la partie la moins précise de l'inventaire. Il est nécessaire de poser plusieurs hypothèses pour réaliser les calculs. Par conséquent, les résultats obtenus dans cette section devraient être interprétés à titre approximatif plutôt qu'à titre exact. Ceci n'est toutefois pas un problème majeur puisque les émissions provenant des réfrigérants demeurent minimales par rapport aux émissions provenant de la consommation d'énergie aussi bien pour les bâtiments que pour les véhicules et équipements motorisés.

Pour quantifier les émissions, trois paramètres doivent être déterminés :

- le type de réfrigérant;
- la quantité de réfrigérant;
- la durée de vie et les facteurs d'émissions du réfrigérant.

Le principal problème est que les informations disponibles sur le type de réfrigérant sont partiellement accessibles pour les bâtiments et pas du tout pour les véhicules et les équipements motorisés. Nous devons donc poser une hypothèse pour combler ce manque d'information. Historiquement, le R-12 et le R-22 étaient les deux réfrigérants les plus utilisés, mais ils sont présentement en voie d'être éliminés progressivement en accord avec le Protocole de Montréal. Aujourd'hui, le réfrigérant le plus populaire est le HFC-134a³⁴, ou R-134a (PRP : 1300). De plus, la quantité de réfrigérant doit être déterminée individuellement pour chaque type d'équipement.

Finalement, la durée de vie et les facteurs d'émissions du réfrigérant sont fournis dans le document de *Climat municipalités*³⁵. Ces données sont basées sur les lignes directrices du GIEC³⁶.

Seules les émissions fugitives de réfrigérants visés par le protocole de Kyoto, à savoir les hydrofluorocarbures (HFC) et les perfluorocarbures (PFC), doivent figurer dans cet inventaire. Les émissions fugitives de R22 (un HCFC) et de R12 (un CFC) ne doivent donc pas être répertoriées. Elles sont tout de même présentées dans cette annexe à titre informatif.

³⁴ Mohanraj, M.; Jayaraj, S.; Muraleedharan, C.; Chandrasekar P.; (2009) Experimental investigation of R290/R600a mixture as an alternative to R134a in a domestic refrigerator. *International journal of thermal sciences*. 48(55) pp.1036-1042.

³⁵ MDDED, 2009. Programme Climats municipalités. Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal.

³⁶ GIEC, 2006. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de Serre. Volume 3 : Procédés industriels et utilisation des produits. www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol1.html

Bâtiments municipaux

Voici la liste des équipements de réfrigération et de climatisation que l'on retrouve dans les bâtiments de la municipalité de Chelsea:

- 9 réfrigérateurs;
- 3 systèmes de climatisation;
- 9 refroidisseurs d'eau.

Après une étude sommaire, nous avons conclu qu'un réfrigérateur typique contient environ cinq onces de réfrigérant (0,14 kg) et qu'un système résidentiel de climatisation typique a une capacité de 12 000 BTU. De plus, une inspection de quelques systèmes de climatisation résidentiels nous a amenés à conclure qu'une unité de 10 000 BTU contient en moyenne 25 onces de réfrigérant. En assumant que la quantité de réfrigérant est proportionnelle à la puissance thermique, on constate qu'un système de climatisation de 12 000 BTU contient environ 30 onces (0,85 kg) de réfrigérants.

Pour calculer les émissions, l'équation suivante peut être utilisée³⁷ :

$$E = MX + M_i k + M_f y(1 - z)$$

Où	E	=	émissions de réfrigérants (kg/an)
	M	=	masse de réfrigérants dans les appareils (kg)
	M _i	=	masse de réfrigérants dans les appareils achetés au cours de l'année (kg)
	M _f	=	masse de réfrigérants dans les appareils jetés au cours de l'année (kg)
	X	=	fraction de la masse initiale émise chaque année (an ⁻¹)
	k	=	fraction de la masse initiale émise lors du démarrage de l'appareil
	y	=	fraction de la masse initiale restante lorsque l'appareil est jeté
	z	=	fraction de la masse récupérée lorsque l'appareil est jeté

³⁷ MDDEFP, 2009. Programme Climats municipalités. Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal, p. 16.

Dans l'équation ci-dessus, le premier terme représente le réfrigérant qui est libéré chaque année dans le cadre du fonctionnement normal de l'appareil. Le deuxième terme représente la quantité de réfrigérant qui est émise lors de la période de démarrage de l'appareil et le troisième représente les émissions associées à la mise hors service de l'appareil. Évidemment, le deuxième terme ne s'applique qu'aux appareils achetés au cours de l'année et le troisième terme ne s'applique qu'aux appareils jetés au cours de l'année. Il est donc nécessaire de connaître le nombre d'appareils achetés et mis hors service en 2010.

Ces informations ne sont pas disponibles. Pour remédier à ce problème, nous pouvons considérer qu'un réfrigérateur et un refroidisseur d'eau ont une durée de vie moyenne de 10 ans, qu'un système de climatisation a une durée de vie moyenne de 15 ans et qu'une chambre froide a une durée de vie moyenne de 20 ans. Ainsi, M_i et M_f sont respectivement égaux à 10 %, 6,67 % et 5 % de M pour les réfrigérateurs, les refroidisseurs d'eau, les systèmes de climatisation et les chambres froides. Cette approche a pour effet d'aplanir les résultats. Les valeurs ne représentent plus les émissions spécifiques de 2010, mais plutôt les émissions annuelles moyennes sur plusieurs années. Le Tableau A5.1 présente les paramètres nécessaires aux calculs. Comme mentionné précédemment, les valeurs proviennent du document de *Climat municipalités*³⁸.

TABLEAU A5.1 : PARAMETRES POUR LES APPAREILS UTILISANT DU REFRIGERANT

Type d'appareil	Émissions de fonctionnement (an ⁻¹) X	Émissions initiales k	Masse initiale restante y	Efficacité de récupération z
Réfrigération domestique	0,005	0,01	0,8	0,7
Applications commerciales indépendantes	0,15	0,03	0,8	0,7

Dans ce tableau, les réfrigérateurs correspondent à la première ligne, tandis que les systèmes liés aux applications commerciales correspondent à la deuxième. Les résultats sont illustrés ci-dessous.

³⁸ MDDEFP, 2009. Programme *Climat municipalités*. Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal.

TABLEAU A5.2 : ÉMISSIONS TOTALES DE REFRIGÉRANTS A REPERTORIER DANS L'INVENTAIRE

Type d'équipement	Émissions annuelles (tCO ₂ e)
Réfrigérateurs	0,050
Climatiseurs	0,072
Refroidisseurs d'eau	0,011
Total	0,133

Véhicules et équipements motorisés municipaux et ceux des sous-contractants

Un inventaire de tous les véhicules et équipements motorisés municipaux et des sous-contractants a été réalisé. Sur l'ensemble des véhicules répertoriés, 17 possèdent un système de climatisation dont 4 appartiennent aux sous-contractants.

Pour estimer les émissions associées aux systèmes de climatisation des véhicules, nous utilisons les paramètres mentionnés dans le tableau ci-dessous et fournis dans le guide de *Climat municipalités*.

TABLEAU A5.3 : PARAMETRES POUR LES VEHICULES UTILISANT DU REFRIGERANT

Type d'appareil	Émissions de fonctionnement (% de la charge initiale/an) X	Émissions initiales (% de la charge initiale) k	Masse initiale restante (% de la charge initiale) y	Efficacité de récupération (% restant) z
Climatisation mobile	0,2	0,005	0,5	0,5

Le document indique également que la masse de réfrigérant se situe entre 0,5 kg et 1,5 kg. Nous utiliserons une valeur de 1 kg. En considérant que la durée de vie moyenne d'un véhicule est de dix ans et en utilisant la même procédure que pour les bâtiments, nous trouvons que les émissions annuelles de réfrigérants pour les véhicules sont de 3,83 kg de R-134a, ou 4,98 tCO₂e.

Annexe 6 : Calcul des émissions de GES des matières résiduelles

Pour calculer la quantité totale de déchets enfouis par la municipalité de Chelsea tous les ans, nous avons supposé que cette quantité suivait la variation de la population de la municipalité. Nous avons donc estimé la population de Chelsea pour chaque année entre 1976 et 2016 (une période de minimum 30 ans est nécessaire pour la modélisation) à partir des données de l'ISQ³⁹. Puis nous avons fait suivre la même variation aux quantités de déchets produites à partir de la première valeur connue, c'est-à-dire celle de l'année 2004. Les valeurs des années 2005 à 2010 étant connues, elles ont été simplement retranscrites.

Année	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Quantité de déchets (t)	1 441	1 463	1 484	1 506	1 528	1 551	1 574	1 597	1 621	1 644	1 669
Population de Chelsea	4491	4558	4625	4693	4762	4833	4904	4976	5050	5124	5200

Année	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Quantité de déchets (t)	1 693	1 718	1 744	1 769	1 795	1 822	1 849	1 876	1 904	1 932	1 960
Population de Chelsea	5277	5354	5433	5514	5595	5677	5761	5846	5932	6 020	6 159

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Quantité de déchets (t)	1 989	2 019	2 048	2 079	2 109	2 140	2 172	2 251	2 330	2 409	2 105
Population de Chelsea	6 237	6 240	6 200	6 176	6 341	6 412	6 518	6 619	6 764	6 787	6 898

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Quantité de déchets (t)	1 894	1 984	1 910	1 948	1 987	2 026	2 067	2 108
Population de Chelsea	6 954	7 258	7 499	7 648	7 801	7 957	8 117	8 279

³⁹ Estimation de la population des municipalités du Québec au 1er juillet des années 1996 à 2011, selon le découpage géographique au 1er juillet 2011 par l'Institut de la statistique Québec (ISQ) : http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/index.htm

Le modèle LandGEM (Landfill Gas Emission Model) de l'EPA se résume à l'équation suivante :

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 kL_o \left(\frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

Où	Q_{CH_4}	=	production de méthane pour l'année étudiée (m ³ /année)
	i	=	itération d'un an
	j	=	itération de 0.1 an
	n	=	(année étudiée) – (année de mise en service du site d'enfouissement)
	k	=	constante de production de CH ₄ (an ⁻¹)
	L _o	=	potentiel de production de CH ₄ (m ³ /Mg)
	M _i	=	masse de déchet reçu durant la i ^{ème} année
	t _{ij}	=	âge de la j ^{ième} partie de la masse M _i reçu dans la i ^{ème} année

Le modèle suppose deux choses. Premièrement, il considère qu'une tonne de déchets va produire une quantité donnée de méthane sur toute sa durée de vie (L_o). Deuxièmement, il suppose que la quantité de méthane produite dans une année est une fraction fixe de la quantité de méthane « restante », c'est-à-dire une fraction fixe de L_o moins tout ce qui a été émis jusqu'à maintenant. Cette fraction s'appelle *constante de production* et elle est notée k. En d'autres mots, la production de méthane est modélisée comme une réaction de premier ordre, ce qui revient à dire qu'elle est modélisée comme une fonction exponentielle.

À partir des valeurs de L_o et k, le modèle fait une intégration. Pour déterminer les émissions de méthane pour une année donnée, il additionne les contributions des masses de déchets de toutes les années précédentes. Au lieu d'utiliser une intégration analytique, il se contente d'effectuer une intégration numérique. Les années sont divisées en 10 intervalles pour améliorer la précision des résultats.

L'EPA fournit un chiffrier Excel qui effectue tous les calculs. Il suffit de spécifier les masses de déchets depuis l'ouverture du site d'enfouissement et les valeurs de k et L_0 . Les masses de déchets ont déjà été présentées au Tableau 4.1, et Environnement Canada recommande d'utiliser une valeur de $0,057 \text{ an}^{-1}$ pour k^{40} pour les années 1976 à 1989 et $0,059 \text{ an}^{-1}$ pour k^{41} pour les années 1990 à 2007 ainsi que $82,52 \text{ kg CH}_4/\text{t}$ ($121,35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$) déchets pour les années 1976 à 1989 et $81,23 \text{ kg CH}_4/\text{t}$ ($119,45 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$) déchets pour les années 1990 à ce jour pour L_0^{42} .

Il est nécessaire de convertir L_0 en m^3/t . En appliquant la loi des gaz parfaits à température et pression normales (TPN, ou 0°C et 100 kPa), nous obtenons une valeur de $121,35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$ déchets pour les années 1976 à 1989 et $119,45 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$ pour les années 1990 à 2005 pour L_0 . En entrant toutes ces valeurs dans le programme LandGEM, nous obtenons une production de méthane de $137,36 \text{ t}$ en 2010, soit $2\,884,63 \text{ tCO}_2\text{e}$.

Pour ce qui est du dioxyde de carbone, le programme suppose que les fractions volumiques de CH_4 et de CO_2 sont respectivement de $0,5$ et $0,5$ dans le gaz produit. Dans ce cas, le rapport des masses est le même que le rapport des masses molaires, c'est-à-dire $44/16$, ou $2,75$. La quantité de CO_2 produite en 2010 est donc de $2,75*137,36 \text{ t}$ ou 377 t .

⁴⁰ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2009, partie 2, tableau A3-43.

⁴¹ Idem.

⁴² Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2009, partie 2, tableau A3-46.

Annexe 7 : Calcul des émissions de GES du réseau routier basé sur le nombre et le type de véhicules

Pour identifier les émissions du réseau routier en fonction du nombre et du type de véhicules, trois types d'information sont nécessaires :

- 1- les émissions de GES en fonction du type de véhicule au Québec;
- 2- le nombre de véhicules de chaque type au Québec et dans la municipalité de Chelsea;
- 3- la correspondance entre la division des véhicules des deux premières catégories.

Ensemble, ces trois sources d'information permettent de déterminer les émissions de GES associées à chaque type de véhicules sur le territoire de Chelsea. Pour commencer, le Rapport d'inventaire national d'Environnement Canada contient les données relatives aux émissions de GES pour chaque type de véhicules au Québec en 2010. Elles sont reproduites ci-dessous.

TABLEAU A8.1 : REPRODUCTION PARTIELLE DU TABLEAU A14-10 DU RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL 1990-2010

Type de véhicules	Émissions de GES au Québec en 2005 (ktCO ₂ e)
Véhicules légers à essence	10 500
Camions légers à essence	7 670
Véhicules lourds à essence	903
Motocyclettes	85
Véhicules légers à moteur diesel	276
Camions légers à moteur diesel	366
Véhicules lourds à moteur diesel	7 660
Véhicules au propane et au gaz naturel	31
Véhicules hors route à essence	1 400
Véhicule hors route à moteur diesel	3 200
Total	32 091

Deuxièmement, pour connaître le nombre de véhicules de chaque type immatriculés au Québec et à Chelsea, nous pouvons utiliser les données disponibles dans le bilan 2010 de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)⁴³. Elles sont illustrées au Tableau A8.2. Dans ce tableau, les colonnes représentant le nombre de véhicules au Québec et dans la MRC Les Collines-de-l'Outaouais proviennent directement de la SAAQ. La dernière colonne, quant à elle, a été calculée en supposant que les véhicules sont distribués de façon proportionnelle à la population. Ainsi, chaque chiffre de la colonne de Chelsea est 15,3 % du chiffre correspondant de la colonne de la MRC, puisque 15,3 % de la population de la MRC Les Collines-de-l'Outaouais demeure à Chelsea.

TABLEAU A8.2 : REPRODUCTION PARTIELLE DE L'ANNEXE F DU BILAN 2010 DE LA SOCIÉTÉ D'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC

Véhicules		Nombre de véhicules		
Catégorie	Type	Québec	MRC Les Collines-de-l'Outaouais	Chelsea
Utilisation de promenade	Automobiles	3 015 902	17 842	2 727
	Camions légers	1 292 658	14 132	2 160
	<i>Automobiles et camions légers⁴⁴</i>	4 308 814	31 977	4 887
	Motocyclettes	126 988	1 180	180
	Cyclomoteurs	33 882	214	33
Utilisation institutionnelle, professionnelle ou commerciale	Automobiles	123 336	253	39
	Camions légers	315 095	1 910	292
	<i>Automobiles et camions légers</i>	438 582	2 164	331
	Taxis	8 256	5	1
	Autobus	7 970	6	1
	Autobus scolaires	10 206	26	4
	Camions et tracteurs routiers	122 600	792	121
	Autres	63 272	361	55
Utilisation restreinte		14 680	85	13
Utilisation hors réseau	Motoneiges	175 074	1 471	225
	Véhicules tout terrain	370 027	5 225	799
	Véhicules -outils	201 103	1 519	232
	Autres	22 617	175	27
Total		5 904 071	45 200	6 908

⁴³ SAAQ, 2011. Dossier statistique, bilan 2010. Accidents, parc automobile, permis de conduire, p. 195-200.

⁴⁴ Cette catégorie représente la somme des deux précédentes plus les véhicules qui sont soit des automobiles ou soit des camions légers, mais dont la SAAQ n'a pu distinguer le type exact.

Le troisième type d'information – la correspondance entre la division des véhicules – est nécessaire parce que les catégories d'Environnement Canada sont complètement différentes de celles de la SAAQ. Il faut donc établir une nouvelle division qui peut être déduite à partir des divisions initiales. Malheureusement, la répartition en résultant est forcément plus grossière que les originales. Les catégories choisies pour ce rapport sont : automobiles, camions légers, motocyclettes, autobus, camions lourds et véhicules hors route. Cette nouvelle division entraîne cependant un problème : le Rapport d'inventaire national ne permet pas de faire la distinction entre les autobus et les camions lourds. Pour contourner cette difficulté, nous pouvons utiliser le Guide de données sur la consommation d'énergie au Canada de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE)⁴⁵. Les données pertinentes sont présentées au Tableau A8.3.

TABLEAU A8.3 : REPRODUCTION PARTIELLE DU TABLEAU 2 DU GUIDE DE DONNÉES SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE AU CANADA

Type de véhicules	Émissions de GES au Canada en 2009 (ktCO ₂ e)	Somme (selon les catégories du Tableau A8.4)	Pourcentage (selon les catégories du Tableau A8.4)
Camions moyens	10 465	51 136	95 %
Camions lourds	39 668		
Autobus scolaires	1 004		
Transport intra-urbain	2 217	2 631	5 %
Autobus interurbains	415		

Enfin, pour établir la correspondance, nous pouvons nous baser partiellement sur un tableau établi par la municipalité de Québec et la firme Tecslut inc⁴⁶. Il est reproduit, avec plusieurs modifications, au Tableau A8.4. On y retrouve la correspondance entre les catégories de ce rapport et celles des trois sources utilisées (Rapport d'inventaire national d'Environnement Canada, Bilan 2005 de la SAAQ et Guide de données sur la consommation d'énergie de l'OEE).

En mettant ensemble les données des Tableaux A8.1 à A8.4, nous obtenons les résultats présentés au Tableau A8.5. Les calculs sont simples : les trois premières colonnes sont des compilations directes à partir des tableaux précédents et la dernière colonne ramène les émissions du Québec à la municipalité de Chelsea à partir de la proportion des véhicules. Pour faire la distinction entre les autobus et les camions lourds à partir de l'inventaire national (Tableau A8.1), il suffit d'utiliser les données du Tableau A8.3. Ce dernier montre les émissions correspondant à ces deux catégories de véhicules. Nous pouvons y voir que

⁴⁵ Ressources naturelles Canada, 2010. Office de l'efficacité énergétique, Tableaux du Guide de données sur la consommation d'énergie (Canada), Tableau 2, Émissions de GES du secteur des transports par source d'énergie et mode de transport. http://oe.e.nrcan-rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxguide2/tran_00_2_f_4.cfm?attr=0

⁴⁶ Ville de Québec et Tecslut inc., 2008. Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre de l'agglomération de Québec – Rapport final, p.138.

les camions lourds émettent 95 % du total. Par conséquent, 95 % du total des catégories « véhicules lourds à essence » et « véhicules lourds à diesel » de l'inventaire national est attribué à la catégorie « camions lourds » de ce rapport et 5 % est attribué à la catégorie « autobus ».

TABLEAU A8.4 : REPRODUCTION PARTIELLE DU TABLEAU 2 DU GUIDE DE DONNÉES SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE (CANADA)

Catégorie de ce rapport	Catégories correspondantes		
	Inventaire national (Environnement Canada)	Guide de données sur la consommation d'énergie (OEE)	Bilan statistique annuel (SAAQ)
Automobiles	Véhicules légers à essence Véhicules légers à moteur diesel Véhicules au propane et au gaz naturel	-	Automobiles, Taxis <i>Automobiles et camions légers</i> ⁴⁷
Camions légers	Camions légers à essence Camions légers à diesel	-	Camions légers
Motocyclettes	Motocyclettes	-	Motocyclettes, Cyclomoteurs 50% Autres (utilisation institutionnelle, professionnelle et commerciale) ⁴⁸
Autobus	Véhicules lourds à moteur diesel	Transport intra-urbain Autobus interurbains	Autobus
Autobus scolaire	Véhicules lourds à moteur diesel	Autobus scolaires	Autobus scolaires
Camions lourds	Véhicules lourds à essence Véhicules lourds à moteur diesel	Camions moyens Camions lourds	Camions et tracteurs routiers 50% Autres (utilisation institutionnelle, professionnelle et commerciale)
Véhicules hors route	Véhicules hors route à essence Véhicules hors route à diesel	-	Motoneiges Véhicules tout terrain Véhicules-outils et autres (utilisation hors réseau)

⁴⁷ La différence entre la catégorie « automobiles et camions légers » et la somme des catégories « automobiles » et « camions légers » a été incluse dans la catégorie « automobiles » de ce rapport.

⁴⁸ La catégorie « Autres - utilisation institutionnelle, professionnelle et commerciale » contient les motocyclettes, les cyclomoteurs, les habitations motorisées, les véhicules-outils et les autres véhicules d'utilisation institutionnelle, professionnelle ou commerciale. Elle a donc été attribuée à 50 % à la catégorie « motocyclettes » et à 50 % à la catégorie « camions lourds ».

TABLEAU A8.5 : NOMBRE DE VÉHICULES ET ÉMISSION DE GES EN FONCTION DU TYPE DE VÉHICULES POUR LA PROVINCE DE QUÉBEC ET LA MUNICIPALITÉ DE CHELSEA

Type de véhicules	Québec		Chelsea	
	Nombre de véhicules	Émissions (tCO ₂ e)	Nombre de véhicules	Émissions (tCO ₂ e)
Automobiles	3 147 899	10 807 000	2 767	9 499
Camions légers	1 607 753	8 036 000	2 452	12 255
Motocyclettes	192 506	84 900	241	106
Autobus	7 970	419 040	1	48
Autobus Scolaire	10 206	159 824	4	62
Camions lourds	154 236	7 984 136	149	7 694
Véhicules hors route	783 501	4 600 000	1 295	7 605
Total	5 904 071	32 090 900	6 908	37 269