

2009

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Ville de Waterloo

Présenté à :

Monsieur Luc Lafleur
Directeur général, Greffier

417, rue de la Cour
Waterloo, Québec
J0E 2N0
Téléphone : 450-539-2282
Télécopieur : 450-539-3257
l.lafleur@ville.waterloo.qc.ca



Par :

Enviro-accès inc.
*Centre pour l'avancement des
technologies environnementales*



Juillet 2010

Cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Ville de Waterloo a été préparé conformément à la norme ISO 14 064-1 et aux exigences supplémentaires du programme Climat municipalités du gouvernement du Québec. La Ville de Waterloo a émis un total de 22 403 tonnes de CO₂éq du 1^{er} janvier au 31 décembre 2009.

Enviro-accès inc.



SOMMAIRE

La Ville de Waterloo a mandaté Enviro-accès pour la réalisation d'un premier inventaire de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'élaboration d'un plan d'action visant la réduction de ces émissions. L'inventaire GES de la Ville de Waterloo est la compilation des principales émissions de GES émises par la Ville et ses citoyens durant l'année 2009, qui pourra devenir l'année de référence pour les inventaires futurs. Ces émissions ont été divisées en deux secteurs, selon les directives du programme Climat municipalités : le secteur corporatif et le secteur collectivité.

D'une part, les émissions GES du secteur corporatif regroupent toutes les activités reliées à l'administration municipale, incluant les bâtiments municipaux, la flotte de véhicules municipaux et le traitement des eaux usées. D'autre part, les émissions de GES du secteur de la collectivité regroupent certaines émissions générées sur le territoire de la municipalité, soit la gestion des matières résiduelles et le transport de la collectivité.

L'inventaire GES corporatif de la Ville de Waterloo regroupe les émissions de GES issues des services gérés par la Ville et ceux donnés en sous-traitance. La figure 1 expose la distribution de ces émissions corporatives pour chacune des catégories d'émission de GES. Les équipements motorisés prédominent avec 48 % des émissions, alors que suivent les bâtiments municipaux avec 32 % et le traitement des eaux usées avec 20 %.

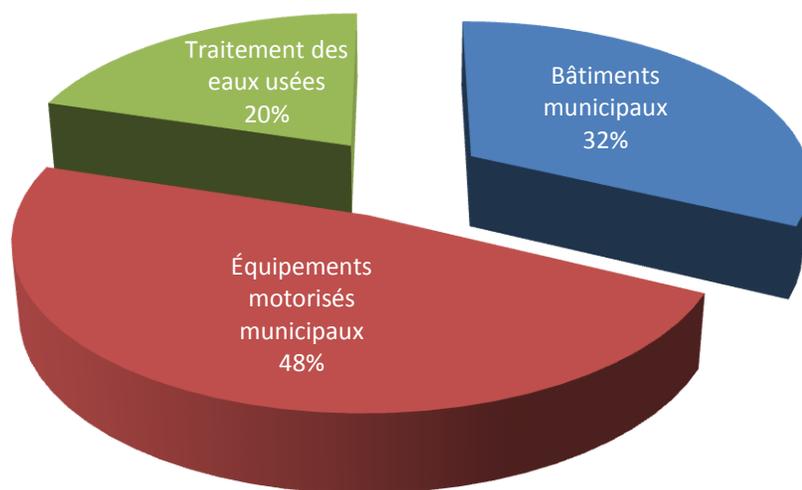


Figure 1 : Distribution des émissions de GES du secteur corporatif pour la Ville de Waterloo en 2009

Ainsi, les équipements motorisés ont émis 186 tonnes de CO₂éq en 2009, alors que les bâtiments municipaux ont émis 126 tonnes de CO₂éq et le traitement des eaux usées 79 tonnes de CO₂éq. Le total des émissions de GES du secteur corporatif se chiffre à 391 tonnes de CO₂éq en 2009. Le tableau 1 présente sommairement la répartition de ces émissions selon chacune des catégories et pour chacun des GES.

Tableau 1 : Émissions par catégorie pour l'inventaire GES corporatif

Catégorie		CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total corporatif
Bâtiments municipaux et autres installations	Électricité	-	-	-	NA	4	32
	Gaz naturel	120	0,002	0,002	NA	121	
	Propane	0	0,000	0,000	NA	0	
	Mazout	0	0	0	NA	0	
	Réfrigérant (HFC-410a)	NA	NA	NA	0,0001	0,10	
Équipements motorisés municipaux	Essence	23	0,003	0,002	NA	24	48
	Diesel	150	0,005	0,015	NA	155	
	Propane	5	0	0	NA	5	
	Biocarburant	0	0,000	0,000	NA	0	
	Réfrigérant (HFC-134a)	NA	NA	NA	0,0012	2	
Traitement des eaux usées		NA	0	0,26	NA	79	20
Total						391	100



L'inventaire GES de la collectivité de la Ville de Waterloo comprend les émissions de GES dues à l'enfouissement des matières résiduelles et au transport routier des citoyens. La figure 2 présente la distribution de ces émissions. Le transport de la collectivité prédomine avec 82 % des émissions de GES de la collectivité, alors que l'enfouissement des matières résiduelles représente 18 % de ces émissions.

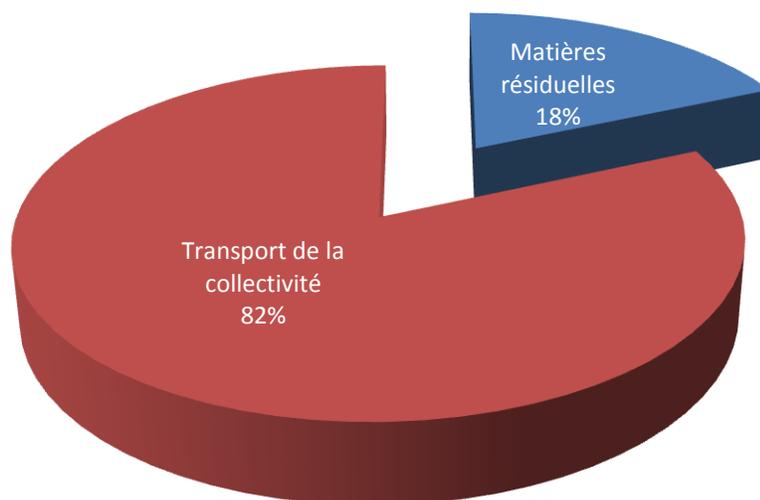


Figure 2 : Distribution des émissions de GES de la collectivité pour la Ville de Waterloo en 2009

Ainsi, l'enfouissement des matières résiduelles a émis 4 058 tonnes de CO₂éq en 2009 (émission de CH₄), ainsi que 879 tonnes de CO₂ qui ne sont pas comptabilisées (voir méthodologie), car elles proviennent de la biomasse. Le transport de la collectivité a émis 17 954 tonnes de CO₂éq en 2009, en excluant les véhicules municipaux et les véhicules des sous-traitants situés à Waterloo. Le tableau 2 présente sommairement ces émissions pour chacune des catégories.

Tableau 2 : Émissions par catégorie pour l'inventaire GES de la collectivité

Catégorie		CO ₂ éq (tonne)	% du total de la collectivité
Matières résiduelles	CO ₂	879	NA
	CH ₄	4 058	18
Transport collectivité	Automobile	6 986	82
	Camion léger	4 751	
	Motocyclette	58	
	Autobus	75	
	Autobus scolaire	89	
	Camion lourd	4 363	
	Véhicule hors-route	1 631	
Total (excluant les véhicules corporatifs et le CO ₂ provenant de la biomasse)		22 012	100

L'inventaire GES global de la Ville de Waterloo représente la somme des inventaires GES corporatif et de la collectivité. Comme l'indique la figure 3, le transport de la collectivité est la catégorie qui regroupe le plus d'émission de GES, soit 80,1 % des émissions globales de GES de la Ville de Waterloo en 2009. L'enfouissement des matières résiduelles génère quant à lui 18,1 % des émissions globales de GES. Finalement, l'ensemble des émissions corporatives de GES représente 1,8 % des émissions globales de GES. Le tableau 3 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des catégories.

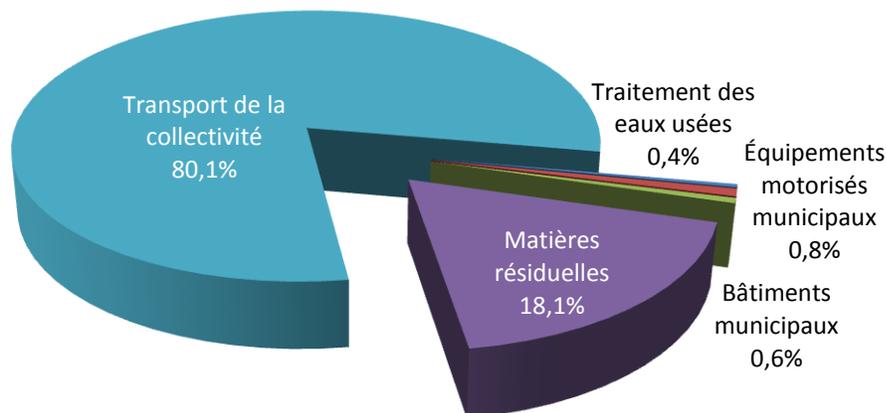


Figure 3 : Distribution des émissions globales de GES pour la Ville de Waterloo en 2009

Tableau 3 : Émissions globales pour chaque GES par catégorie pour la Ville de Waterloo en 2009

Secteur	Catégorie	CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total
Corporatif	Bâtiments municipaux et autres installations	120 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0,0001 (HFC-410a)	126 (incluant électricité)	0,6
	Équipements motorisés municipaux	179	0,008	0,018	0,001 (HFC-134a)	186	0,8
	Traitement des eaux usées	NA	0,0	0,3	NA	79	0,4
Collectivité	Matières résiduelles	CO ₂ provenant de la biomasse	193	NA	NA	4 058	18,1
	Transport collectivité	-	-	-	NA	17 954	80,1
Total						22 403	100

En intensité, la Ville de Waterloo a émis 0,10 tonne de CO₂éq par habitant en 2009 au niveau corporatif, 5,61 tonnes de CO₂éq par habitant au niveau de la collectivité et 5,71 tonnes de CO₂éq par habitant au niveau global. Le tableau 4 présente ces émissions en intensité.

Tableau 4 : Émissions de GES par habitant pour la Ville de Waterloo en 2009

Inventaire	CO ₂ éq (tonne/habitant)
Corporatif	0,10
Collectivité	5,61
Global	5,71



Table des matières

1	INTRODUCTION	2
2	VILLE DE WATERLOO	6
3	DESCRIPTION DE L'INVENTAIRE GES	7
3.1	PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL.....	7
3.2	PÉRIODE DE DÉCLARATION	9
3.3	PÉRIMÈTRE OPÉRATIONNEL.....	9
3.4	INCERTITUDE	13
4	DESCRIPTION DE L'ORGANISME RÉDIGEANT LE RAPPORT	17
5	ÉQUIPE RESPONSABLE DE L'INVENTAIRE GES	18
6	INVENTAIRE GES CORPORATIF	20
6.1	BÂTIMENTS MUNICIPAUX ET AUTRES INSTALLATIONS	23
6.2	ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX	24
6.2.1	<i>Champ 1 : contrôle direct</i>	26
6.2.2	<i>Champ 2 : sous-traitants</i>	28
6.3	TRAITEMENT DES EAUX USÉES	29
7	INVENTAIRE GES DE LA COLLECTIVITÉ	30
7.1	MATIÈRES RÉSIDUELLES	31
7.2	TRANSPORT ROUTIER	32
8	INVENTAIRE GES GLOBAL	34
9	MÉTHODOLOGIE	36
9.1	BÂTIMENTS MUNICIPAUX ET AUTRES INSTALLATIONS	36
9.1.1	<i>Procédure de collecte de données</i>	36
9.1.2	<i>Traitement des données</i>	38
9.1.3	<i>Facteurs d'émission GES utilisés</i>	39
9.1.4	<i>Calcul des émissions de GES</i>	40
9.1.5	<i>Évaluation de l'incertitude</i>	42
9.1.6	<i>Sous-traitants</i>	42
9.2	ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX	43
9.2.1	<i>Procédure de collecte de données</i>	43
9.2.2	<i>Traitement des données</i>	44
9.2.3	<i>Facteurs d'émission GES utilisés</i>	44
9.2.4	<i>Calcul des émissions de GES</i>	46
9.2.5	<i>Évaluation de l'incertitude</i>	48
9.2.6	<i>Sous-traitants</i>	49
9.3	TRAITEMENT DES EAUX USÉES	53
9.3.1	<i>Procédure de collecte de données</i>	53
9.3.2	<i>Traitement des données</i>	53
9.3.3	<i>Facteurs d'émission GES utilisés</i>	54
9.3.4	<i>Calcul des émissions de GES</i>	54
9.3.5	<i>Évaluation de l'incertitude</i>	55
9.4	MATIÈRES RÉSIDUELLES	55
9.4.1	<i>Procédure de collecte de données</i>	55
9.4.2	<i>Traitement des données</i>	56

9.4.3	<i>Facteurs d'émission GES utilisés</i>	56
9.4.4	<i>Calcul des émissions de GES</i>	57
9.4.5	<i>Évaluation de l'incertitude</i>	57
9.5	TRANSPORT ROUTIER	57
9.5.1	<i>Procédure de collecte de données</i>	58
9.5.2	<i>Traitement des données</i>	58
9.5.3	<i>Facteurs d'émission GES utilisés</i>	58
9.5.4	<i>Calcul des émissions de GES</i>	59
9.5.5	<i>Évaluation de l'incertitude</i>	59
10	INCERTITUDE	60
11	GESTION DE L'INVENTAIRE GES	61
	CONCLUSION	64
	ANNEXE 1 : TYPES DE VÉHICULES	66
	ANNEXE 2 : LISTE DES ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX DE LA VILLE DE WATERLOO	67
	ANNEXE 3 : LISTE DES BÂTIMENTS ET AUTRES INSTALLATIONS	68
	ANNEXE 4 : EXEMPLE DE TABLE DES MATIÈRES D'UN MANUEL DE GESTION DES GES	69



Liste des figures

Figure 1.1 : Écarts des températures annuelles du Canada et tendance à long terme, 1948-2008 .	3
Figure 2.1 : Ville de Waterloo	6
Figure 3.1 : Illustration des secteurs et des champs de l'inventaire GES	8
Figure 3.2 : Catégories d'émissions de GES de la Ville de Waterloo	11
Figure 3.3 : Types d'incertitudes	15
Figure 6.1 : Distribution des émissions corporatives de GES pour la Ville de Waterloo en 2009	20
Figure 6.2 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour l'ensemble des émissions corporatives de GES	22
Figure 6.3 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux bâtiments municipaux	23
Figure 6.4 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux.....	25
Figure 6.5 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour les émissions corporatives de GES dues aux équipements motorisés.....	Erreur !
Signet non défini.	
Figure 6.6 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux sous le contrôle opérationnel de la Ville de Waterloo	27
Figure 6.7 Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés des sous-traitants de la Ville de Waterloo.....	28
Figure 7.1 : Distribution des émissions de GES de la collectivité pour la Ville de Waterloo en 2009.....	30
Figure 8.1 : Distribution des émissions globales de GES pour la Ville de Waterloo en 2009	34
Figure 11.1 : Composantes d'un système de gestion de l'inventaire des émissions de GES	61



Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Potentiel de réchauffement planétaire des principaux GES.....	4
Tableau 3.1 Quantification des incertitudes systématiques	16
Tableau 5.1 : Intervenants dans la collecte de données pour l’inventaire GES.....	18
Tableau 6.1 : Émissions par catégorie pour l’inventaire GES corporatif	21
Tableau 6.2 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour l’ensemble des émissions corporatives de GES	22
Tableau 6.3 : Émissions corporatives de GES par sous-catégories d’émission pour les bâtiments municipaux et autres installations.....	24
Tableau 6.4 : Émissions corporatives de GES par sous-catégorie pour les équipements motorisés municipaux.....	25
Tableau 6.5 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour les émissions corporatives de GES dues aux équipements motorisés.....	26
Tableau 6.6 Émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux sous le contrôle opérationnel de la Ville de Waterloo	27
Tableau 6.7 : Émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux des sous-traitants de la Ville de Waterloo.....	28
Tableau 7.1 : Émissions par catégorie pour l’inventaire GES de la collectivité.....	31
Tableau 7.2 : Émissions de GES dues à l’enfouissement des matières résiduelles	32
Tableau 7.3 : Nombre de véhicules immatriculés et émissions de GES par type de véhicule	33
Tableau 8.1 : Émissions globales pour chaque GES par catégorie pour la Ville de Waterloo en 2009.....	35
Tableau 8.2: Émissions de GES par habitant pour la Ville de Waterloo en 2009	35
Tableau 9.1 : Système de réfrigération et de climatisation de la Ville de Waterloo.....	38
Tableau 9.2 : Consommation annuelle pour les sources de combustion fixe pour Waterloo en 2009.....	37
Tableau 9.3 : Facteurs d’émission GES pour les véhicules	46
Tableau 9.4 : Valeur des variables pour la climatisation mobile.....	48



1 INTRODUCTION

Les activités anthropiques du dernier siècle ont engendré une augmentation de la concentration des GES dans l'atmosphère. Par exemple, la concentration de CO₂ s'est accrue de 35 % depuis 1750, celle de CH₄ de 155 %, et celle de N₂O de 18 %¹. Cela est principalement dû à l'utilisation accrue des combustibles fossiles. Cette augmentation en concentration a un impact direct sur les changements climatiques. En effet, de nombreuses conséquences sont à prévoir, telles que l'élévation de la température et du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes.

Cette problématique a amené plus de 180 pays, dont le Canada, à signer le protocole de Kyoto. Au niveau canadien, on peut aussi constater une augmentation de la température moyenne. En effet, depuis 1992, les températures sont demeurées au dessus de la normale et une tendance au réchauffement de 1,3 °C a été observée pour les 61 dernières années². Comme plus de la moitié des émissions canadiennes de GES sont directement ou indirectement liées aux municipalités, les réductions d'émission de GES que peuvent faire ces dernières ont un impact direct sur les changements climatiques.

Dans ce contexte où il devient primordial de poser des actions pour la réduction des GES, tant au niveau mondial que local, le gouvernement du Québec a dévoilé, le 15 juin 2006, le *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012 (PACC)*, intitulé *Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir*, dont l'objectif est de réduire les émissions de GES au Québec de 14,6 Mt CO₂éq. pour 2012, soit 6 % en dessous du niveau de 1990, et d'entamer l'adaptation de la société québécoise aux changements climatiques³.

Le programme Climat municipalités, du gouvernement du Québec, vient apporter un soutien financier aux municipalités qui veulent produire un inventaire de leurs émissions de GES et élaborer un plan d'action visant leur réduction.

¹ Organisation météorologique mondiale (OMM) (2006). Bulletin sur les gaz à effet de serre. Bilan des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère, d'après les observations effectuées à l'échelle du globe en 2005. n°2, p.1.

² Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 1, p. 35.

³ Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009a). Programme Climat municipalités. Cadre normatif

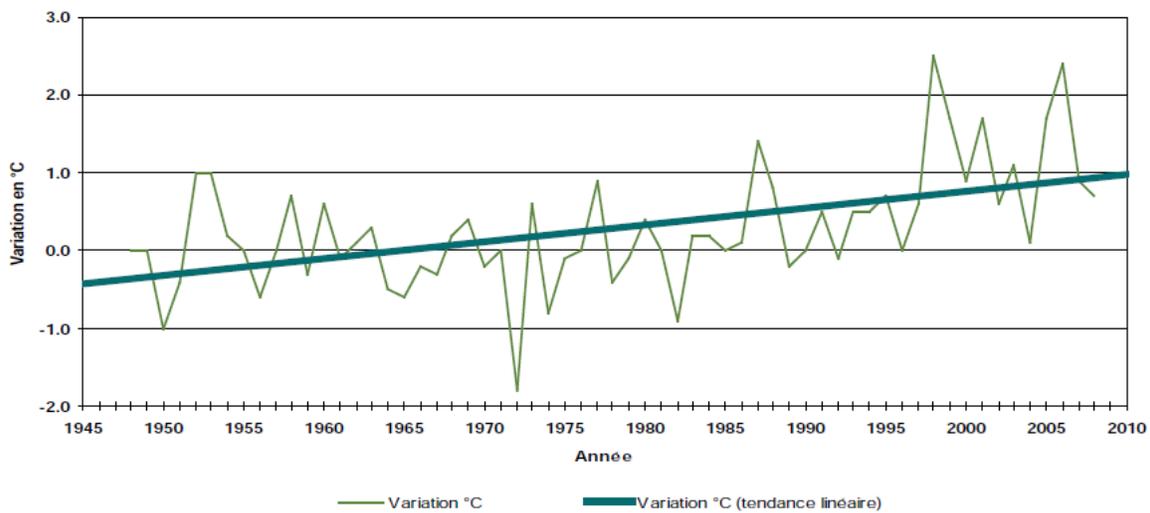


Figure 1.1 : Écarts des températures annuelles du Canada et tendance à long terme, 1948-2008⁴

La Ville de Waterloo a mandaté Enviro-access pour la réalisation d'un premier inventaire de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'élaboration d'un plan d'action visant la réduction de ces émissions. L'inventaire GES a été fait pour l'année 2009, qui pourra devenir l'année de référence des inventaires futurs, et est le sujet du présent rapport.

La méthodologie utilisée pour réaliser l'inventaire des émissions de GES respecte la norme ISO 14064-1 et les exigences supplémentaires du programme Climat municipalités. Tous les principes de base de la norme sont respectés : pertinence, complétude, transparence, cohérence et exactitude. Les GES visés dans le cadre du protocole de Kyoto sont le CO₂, le CH₄, le N₂O, le SF₆, les PFC et les HFC. Chacun d'eux possède un potentiel de réchauffement planétaire (PRP) distinct. Il s'agit de la capacité du gaz à retenir la chaleur dans l'atmosphère, en prenant comme référence le CO₂. Ces PRP sont détaillés dans le Tableau 1.1. Les trois principaux GES ont des PRP de 1, pour le CO₂, de 21, pour le CH₄, et de 310, pour le N₂O. Les HFC, que l'on retrouve principalement dans les systèmes de réfrigération et de climatisation, ont des PRP pouvant aller jusqu'à 11 700. Ces PRP servent à ramener les émissions de l'ensemble des GES à une même unité : le CO₂ équivalent (CO₂éq).

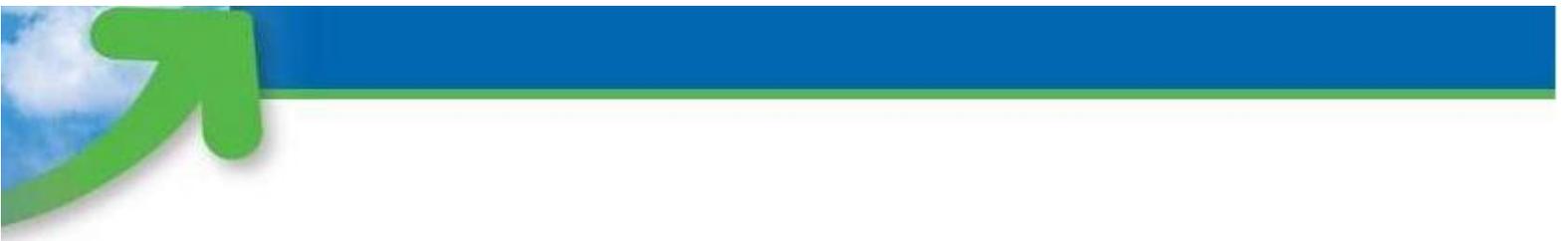
⁴ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 1, p.34.

Tableau 1.1 : Potentiel de réchauffement planétaire des principaux GES⁵

Gaz	Formule développée	Potentiel de réchauffement global
Dioxyde de carbone	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	21
Oxyde nitreux	N ₂ O	310
Hydrofluorocarbones (HFC)		
HFC-23	CHF ₃	11 700
HFC-32	CH ₂ F ₃	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1 300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2 800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1 000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1 300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3 800
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2 900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6 300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Hydrofluoroéthers (HFE)		
HFE-7100	C ₄ F ₉ OCH ₃	500
HFE-7200	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	100
Hydrocarbures perfluorés (PFC)		
Perfluorométhane (tetrafluorométhane)	CF ₄	6 500
Perfluoroéthane (hexafluoroéthane)	C ₂ F ₆	9 200
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	7 000
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	7 000
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	8 700
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	7 500
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	7 400
Hexafluorure de soufre	SF ₆	23 900

Malgré son PRP de 1, qui sert de référence pour les autres gaz, le CO₂ est le GES qui a le plus grand effet sur le réchauffement planétaire, à cause de sa concentration élevée dans l'atmosphère. À l'opposé, les hydrofluorocarbures (HFC) se trouvent en de très faibles concentrations dans l'atmosphère; c'est leur PRP élevé qui vient marquer leur importance.

⁵ Groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée, 1997



Le contenu du présent rapport respecte la norme ISO 14064-1 et est conforme aux exigences du programme Climat municipalités. Le chapitre 2 décrit la Ville de Waterloo. Le chapitre 3 explique chacune des parties de l'inventaire GES, en expliquant chaque secteur et chaque champ. Le chapitre 4 identifie l'organisme qui a rédigé le rapport et le chapitre 5, l'équipe de travail. Les chapitres 6 à 8 présentent les résultats, pour l'inventaire GES corporatif (chapitre 6), celui de la collectivité (chapitre 7) et l'inventaire GES global (chapitre 8). Le chapitre 9 explique la méthodologie de calcul des émissions de GES, pour chaque catégorie d'émission. Le chapitre 10 décrit les incertitudes reliées aux calculs des émissions de GES. Finalement, le chapitre 11 propose une approche de gestion des données de l'inventaire GES.

2 VILLE DE WATERLOO

Selon l'Institut de la statistique du Québec, la population de la Ville de Waterloo était de 3 926 en 2009. La Ville fait partie de la MRC de la Haute-Yamaska, une des 14 MRC de la région administrative de la Montérégie. La superficie des terres est de 11,52 km².

La Ville de Waterloo est considérée comme la capitale canadienne du vélo. En effet, les chemins de fer, qui ont autrefois permis le développement de l'industrie locale de la ville, sont aujourd'hui utilisés comme piste cyclable. Cette réputation est également due à la présence sur son territoire de l'usine de bicyclettes Raleigh Canada. Outre cette usine d'assemblage, la ville compte encore de nombreuses entreprises telles qu'une laiterie, un fabricant d'équipement pour les érablières et une fabrique de bouchons.⁶

La figure 2.1 présente le territoire à l'étude, soit les limites actuelles de la Ville de Waterloo.

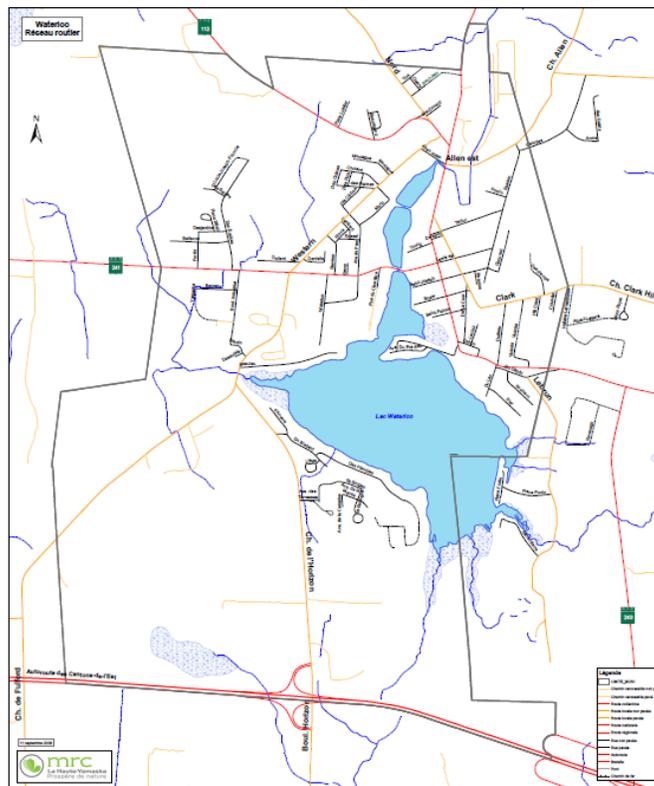


Figure 2.1 : Ville de Waterloo

⁶ Site de la ville de Waterloo (<http://www.ville.waterloo.qc.ca>)



3 DESCRIPTION DE L'INVENTAIRE GES

L'inventaire GES de la Ville de Waterloo est la compilation des principales émissions de GES émises par la Ville et ses citoyens durant l'année 2009, pour les secteurs suivants :

- Le secteur corporatif
- Le secteur collectivité

La compilation de ces émissions a été faite à l'aide d'un chiffrier Excel construit par Enviro-accès et qui a été transmis à la Ville de Waterloo pour faciliter les inventaires futurs. Un guide d'utilisation de ce chiffrier a aussi été fourni.

3.1 Périmètre organisationnel

Le choix du périmètre organisationnel s'est fait selon la méthodologie de consolidation spécifiée par le programme Climat municipalités. D'une part, les émissions corporatives de GES regroupent toutes les activités reliées à l'administration municipale, incluant les bâtiments municipaux, la flotte de véhicules municipaux et le traitement des eaux usées. D'autre part, les émissions de GES dues à la collectivité regroupent certaines émissions générées sur le territoire de la municipalité, soit celles reliées à la gestion des matières résiduelles et au transport de la collectivité.

De plus, les émissions corporatives de GES se subdivisent en deux champs :

- Champ 1 : activités sur lesquelles la Ville de Waterloo exerce un contrôle opérationnel
- Champ 2 : activités données en sous-traitance

Le champ 1 regroupe les activités sur lesquelles la Ville de Waterloo exerce un contrôle opérationnel, c'est-à-dire les émissions de GES sur lesquelles il est possible pour la municipalité d'agir directement. Le champ 2 regroupe les émissions de GES dues aux services gérés par une autre organisation impliquée dans les activités municipales, soit l'ensemble des sous-traitants et des organismes paramunicipaux. Le contrôle sur ces émissions est donc indirect et l'accessibilité

aux données peut être plus difficile. La Figure 3.1 illustre les différents secteurs et champs de l'inventaire GES.



Figure 3.1 : Illustration des secteurs et des champs de l'inventaire GES



3.2 Période de déclaration

L'inventaire des émissions de GES a été fait sur la période s'échelonnant du 1^{er} janvier au 31 décembre 2009.

3.3 Périmètre opérationnel

Les catégories de sources d'émission de GES de la Ville de Waterloo sont les suivantes :

- Secteur corporatif :
 - Bâtiments municipaux et autres installations
 - Équipements motorisés municipaux
 - Traitement des eaux usées

- Secteur collectivité :
 - Matières résiduelles
 - Transport routier

La première catégorie du secteur corporatif regroupe l'ensemble des bâtiments des différents services municipaux ainsi que les autres installations, comme l'éclairage public et la signalisation. Ces sources d'émission se divisent en trois sous-catégories:

- Combustible fixe
- Électricité
- Système de réfrigération

Les combustibles fixes (gaz naturel, propane et mazout) engendrent des émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O. Il en est de même pour l'électricité consommée, même si, au Québec, environ 95 % de l'électricité est produite par des énergies renouvelables. Finalement, les systèmes de réfrigération, comme la climatisation, peuvent aussi contenir ou utiliser des HFC, au fort



potentiel de réchauffement global. Les émissions fugitives de ces systèmes sont donc comptabilisées.

La deuxième catégorie du secteur corporatif regroupe les équipements motorisés municipaux, c'est-à-dire l'ensemble des véhicules municipaux, ainsi que les autres équipements motorisés, comme les compresseurs ou les génératrices. Le transport collectif n'est pas considéré ici, mais plutôt dans la section concernant le transport de la collectivité. Sont considérées dans cette section les émissions directes provenant de la combustion de carburant et les émissions fugitives provenant des équipements de climatisation des véhicules appartenant à la Ville de Waterloo.

La troisième catégorie du secteur corporatif est celle du traitement des eaux usées. En effet, la décomposition anaérobie des matières présentes dans ces eaux usées génère du CH₄, alors que les processus de nitrification et de dénitrification génèrent du N₂O.

Au niveau de la collectivité, la première catégorie est celle de la disposition des matières résiduelles. En effet, l'enfouissement de ces matières génère du CO₂ et du CH₄. La deuxième catégorie dans le secteur collectivité est celle du transport routier, qui inclut tous les véhicules qui circulent à l'intérieur de la municipalité (incluant le transport en commun) à l'exception des véhicules appartenant à la municipalité.

La figure 3.2 présente l'ensemble des catégories d'émission de GES de la Ville de Waterloo.

Selon les normes du GIEC, le CO₂ provenant de la biomasse a été calculé, mais n'a pas été inclus dans le total de l'inventaire GES⁷. Dans le présent inventaire, il s'agit du CO₂ produit suite à l'enfouissement des matières résiduelles.

Les sources d'émission de GES ont été sélectionnées conformément aux directives du programme Climat municipalités. Voici des exemples de sources qui ont été exclues de l'inventaire GES:

- Consommation énergétique des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel

⁷ Groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée, 1997.

- Ensemble des émissions de GES relatives au secteur de l'agriculture
- Produits chimiques fabriqués pour leur utilisation dans le système de traitement des eaux usées
- CO₂ provenant du traitement des eaux usées
- SF₆ présent dans les transformateurs

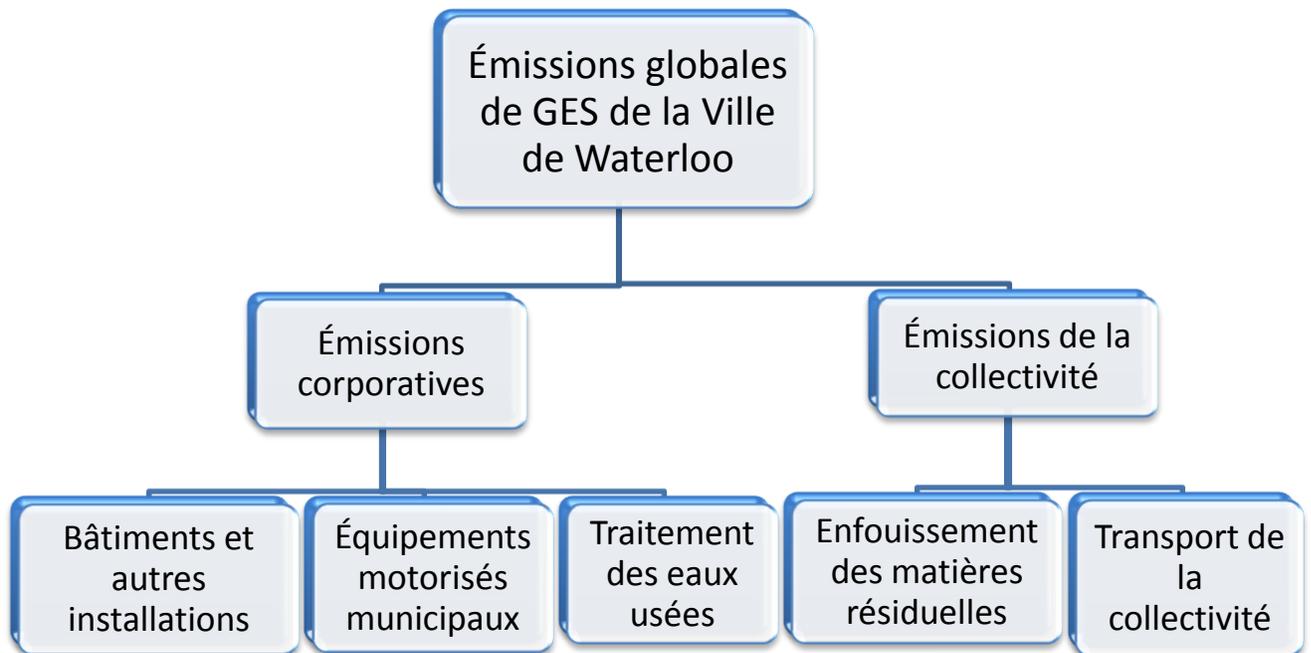


Figure 3.2 : Catégories d'émissions de GES de la Ville de Waterloo



La norme ISO 14 064-1 regroupe les émissions de GES en trois types :

- Émissions directes
- Émissions d'énergies indirectes
- Autres émissions indirectes

D'une part, les émissions directes de GES regroupent celles qui proviennent de sources appartenant ou étant sous le contrôle de l'organisme. Dans le cas de la Ville de Waterloo, il s'agit donc des combustibles fixes (gaz naturel et propane), des combustibles mobiles (essence et diesel), des émissions fugitives (systèmes de climatisation) et des émissions de GES inhérentes au traitement des eaux usées.

D'autre part, les émissions indirectes de GES reliées à l'énergie sont celles qui proviennent de la production de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur importée et consommée par l'organisme. Dans le cas de la Ville de Waterloo, il s'agit donc des émissions de GES inhérentes à la consommation électrique des bâtiments municipaux.

Finalement, les autres émissions indirectes de GES regroupent celles qui sont une conséquence des activités d'un organisme, mais qui proviennent de sources de GES appartenant à, ou contrôlées, par d'autres organismes. Dans le cas de la Ville de Waterloo, il s'agit des sous-traitants. Il est donc important de bien identifier ces sous-traitants :

- Collecte et transport des matières résiduelles : ce service est géré par la MRC de la Haute-Yamaska depuis le 1^{er} janvier 2009 et il est donné à contrat à deux sous-traitants : Sani-Éco et SER. Le premier est responsable de la collecte des matières résiduelles résidentielles (déchets) ainsi que des collectes spéciales (arbres de Noël, feuilles, gros rebuts, etc.). SER est, pour sa part, responsable de la collecte des matières recyclables résidentielles et celles provenant des ICI.

- 
- Dénéigement : une partie du déneigement de la Ville de Waterloo est assuré par la municipalité alors que l'autre partie est donnée à contrat à un sous-traitant : Excavations CS Fulford.
 - Ramassage de la neige : la Ville de Waterloo fait affaire avec 5 sous-traitants différents pour le transport de la neige : Excavations CS Fulford, Excavations Waterloo, Excavations Patrice Laramée, Constructions Gyloo et Alain Côté.
 - Collecte et transport des boues de fosses septiques : la collecte et le transport de ces boues sont faits par Services sanitaires Deslandes.
 - Traitement des boues de fosses septiques : ces boues sont acheminées à la station d'épuration des eaux usées de la Ville de Waterloo pour être traitées.
 - Vidange des boues d'épuration : en 2009, un des étangs servant au traitement des eaux usées de la Ville de Waterloo a été vidé de ses boues par Excavations CS Fulford. Comme ces boues n'ont pas été transportées pendant la période de l'inventaire, seules les émissions relatives à la vidange des boues ont été considérées.
 - Feux de circulation : les deux feux de circulation présents sur le territoire de la Ville de Waterloo sont sous le contrôle du Ministère du Transport. Les émissions reliées à la consommation d'électricité de ces feux ont donc été comptabilisées dans le champ 2.

3.4 Incertitude

Il existe plusieurs sortes d'incertitude reliées aux inventaires des GES⁸. Ces incertitudes peuvent être divisées en deux catégories principales : les incertitudes scientifiques et les incertitudes d'estimation. Les incertitudes scientifiques sont celles reliées à la compréhension actuelle des phénomènes scientifiques, par exemple, l'incertitude reliée au potentiel de réchauffement

⁸ GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty



planétaire évalué pour chacun des gaz inclus dans l'inventaire GES. Ce type d'incertitude dépasse totalement le champ d'intervention de la municipalité dans la gestion de la qualité de son inventaire GES.

Les incertitudes d'estimation se divisent aussi en deux catégories : les incertitudes reliées aux modèles et celles reliées aux paramètres. Les incertitudes reliées aux modèles concernent les équations mathématiques (par exemple, celles utilisées par le logiciel LandGEM, qui sert à modéliser les émissions de GES des sites d'enfouissement) utilisées pour faire les relations entre les différents paramètres. Tout comme l'incertitude scientifique, l'incertitude reliée aux modèles dépasse le champ d'intervention de la municipalité dans la gestion de la qualité de son inventaire GES.

Les incertitudes reliées aux paramètres concernent les données fournies par la municipalité et qui seront utilisées pour le calcul des émissions de GES. C'est au niveau de ces incertitudes que la municipalité peut apporter une amélioration dans la gestion de la qualité de son inventaire GES. L'ensemble de ces types d'incertitude se trouve schématisé dans la figure 3.3.

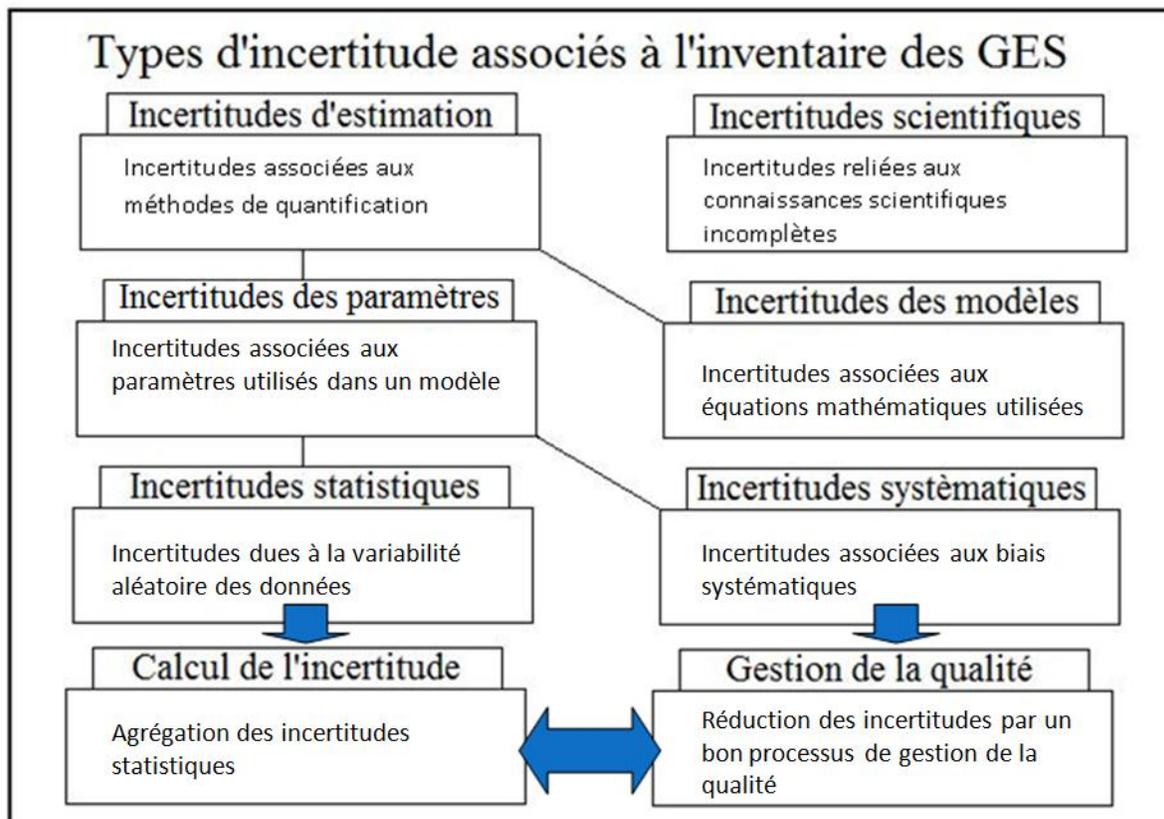


Figure 3.3 : Types d'incertitudes⁹

Comme on peut le constater dans cette figure, l'incertitude reliée aux paramètres se subdivise aussi en deux catégories : l'incertitude statistique et l'incertitude systématique. L'incertitude statistique concerne la variabilité aléatoire des données utilisées pour le calcul des émissions de GES. Dans le cas des données fournies par la Ville de Waterloo, il s'agit de valeurs spécifiques qui ne sont pas soumises à une variation naturelle connue (par exemple, les fluctuations d'un équipement de mesure). C'est donc davantage au niveau des incertitudes systématiques que les améliorations peuvent être apportées par la mise en place d'un processus de gestion de la qualité visant l'amélioration continue des prochains inventaires GES.

⁹ Inspiré de la figure 1 du GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty



Les incertitudes systématiques sont reliées aux biais systématiques. Par exemple aux estimations dues à l'absence de données. Comme la valeur exacte est inconnue, il existe systématiquement un biais relié à l'estimation. Elles sont reliées, d'une part, aux facteurs d'émission et, d'autre part, aux données. Le tableau 3.1 présente la façon dont sont quantifiées ces incertitudes¹⁰ pour cet inventaire GES. Bien que subjectives, ce sont des valeurs typiques proposées dans le GHG Protocol.

Tableau 3.1 Quantification des incertitudes systématiques

Incertitude	
Faible	+/- 5%
Moyenne	+/- 15%
Forte	+/- 30%

¹⁰ GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty



4 DESCRIPTION DE L'ORGANISME RÉDIGEANT LE RAPPORT

Enviro-accès, l'un des trois Centres canadiens pour l'avancement des technologies environnementales, œuvre depuis plus de dix-sept ans à soutenir le développement d'entreprises et de projets innovateurs pouvant contribuer à l'amélioration de la qualité de l'environnement et au développement durable à l'échelle locale, nationale et internationale.

En tant qu'organisme sans but lucratif œuvrant au carrefour des domaines public et privé, *Enviro-accès* est particulièrement bien positionné pour identifier les opportunités de solutions environnementales et le financement gouvernemental pouvant en faciliter l'implantation.

Le personnel sénior d'*Enviro-accès* a reçu la formation d'Environnement Canada intitulée « *Greenhouse Gas Validation and Verification Training* » qui est basée sur la norme ISO 14064 en 2005 et a mis en application les méthodologies de quantification des gaz à effet de serre (GES) à de nombreuses reprises depuis ce jour dans le cadre de projets avec sa clientèle.

L'organisme a ainsi développé une solide expertise pour l'exécution d'inventaires GES et de rapports de quantification des GES, la validation de même que la vérification des projets GES et est également responsable de la formation GES au Québec pour le Ministère du développement économique, de l'innovation et de l'exportation (MDEIE), la *Canadian Standard Association* (CSA) et l'Université de Sherbrooke.

La cinquantaine de rapports et inventaires GES effectués à ce jour couvrent des domaines aussi variés que la valorisation énergétique des résidus, l'efficacité énergétique, les transports, les technologies propres, la gestion des matières résiduelles, les procédés industriels et manufacturiers ainsi que les activités municipales.

S'appuyant sur de solides réalisations, *Enviro-accès* est en processus d'accréditation auprès du Conseil canadien des normes comme organisme de validation et de vérification d'inventaires et de projets GES.

5 ÉQUIPE RESPONSABLE DE L'INVENTAIRE GES

Le représentant d'Enviro-accès auprès de la Ville de Waterloo est David Muir. La réalisation de l'inventaire des émissions de GES a été coordonnée par François Roberge (expert agréé quantificateur d'inventaire GES, par CSA America) et exécutée par les professionnels de l'équipe d'Enviro-accès, dont Mathieu Muir, qui a agi à titre de chargé de projet.

Au niveau de la Ville de Waterloo, Luc Lafleur est le chargé de projet et a coordonné la collecte de données. L'ensemble des intervenants du tableau 5.1 a participé à cette collecte de données.

Tableau 5.1 : Intervenants dans la collecte de données pour l'inventaire GES

Nom	Service ou sous-traitant	Contact
Luc Lafleur	Ville de Waterloo Directeur général	l.lafleur@ville.waterloo.qc.ca 450-539-2282 poste 500
Louis Verhoef	Ville de Waterloo Directeur Travaux publics	l.verhoef@ville.waterloo.qc.ca 450-539-2282 poste 703
Stéphanie Tremblay	MRC de la Haute-Yamaska Chef de projet collecte des ordures et matières recyclables	stremblay@haute-yamaska.ca 450-378-9976 poste 2225
Jocelyn Desrochers	Sûreté du Québec Directeur de Poste, MRC Haute- Yamaska	450-539-3252
Patrick Gallagher	Ville de Waterloo Directeur Sécurité publique	p.gallagher@ville.waterloo.qc.ca 450-539-2282 poste 310
Suzanne Simard	Ville de Waterloo Trésorière	s.simard@ville.waterloo.qc.ca 450-539-2282 poste 707
Brigitte Deslandres	Ville de Waterloo Service de comptabilité	450-539-3252 poste 226
Marc Cournoyer	Ville de Waterloo Inspecteur municipal	m.cournoyer@ville.waterloo.qc.ca 450-378-2282 poste 501
Benoît Papineau	Excavations CS Fulford	450-539-0004
Denis Cloutier	Excavations Waterloo	450-539-3660
Patrice Laramée	Excavations Patrice Laramée	450-539-1712 450-777-8792
Gilles Bachand	Constructions Gyloo Ramassage de la neige	450-539-2965
Alain Côté	Ramassage de la neige	450-776-4922
Daniel Simoneau	Simo, Usine d'épuration Cowansville et Waterloo	450-263-8272



Isabelle Valcourt	Services sanitaires Deslandes	450-777-2551 poste 2
Pierre Parent	Site d'enfouissement Roland Thibault	450-372-2399 poste 2
David Longpré	SER Collecte du recyclage	450-923-2118
Sylvain Gagné	Sani-Éco Collecte des matières résiduelles	450-777-4977 poste 231
Pascale Berthiaume	Site d'enfouissement Dunham, RIEDSBM	450-263-2351
Céline Bessette	Matrec Bessette	450-539-3217
Mélanie Genest	Site d'enfouissement Intersan, St- Nicéphore Waste Management	819-477-6279
Gerry Pilon	Site d'enfouissement Intersan, St- Nicéphore Waste Management	819-477-6279

6 INVENTAIRE GES CORPORATIF

L'inventaire GES corporatif de la Ville de Waterloo regroupe les émissions de GES issues des services gérés par la Ville et ceux donnés en sous-traitance. La méthodologie relative au calcul des émissions de GES pour chacune de ces catégories est décrite à la section 9 du présent rapport. La figure 6.1 expose la distribution de ces émissions corporatives pour chacune des catégories d'émission. Les équipements motorisés prédominent avec 48 % des émissions corporatives de GES, suivent les bâtiments municipaux qui ont émis 32 % de ces émissions, et finalement le traitement des eaux usées, qui représente 20 %.

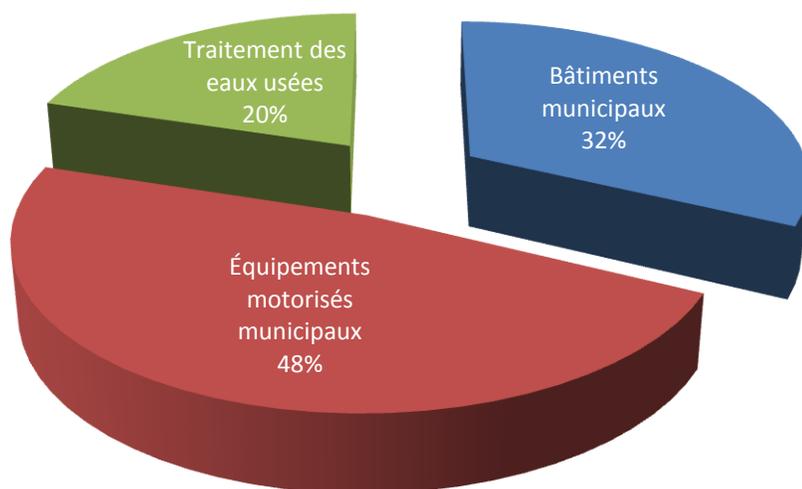


Figure 6.1 : Distribution des émissions corporatives de GES pour la Ville de Waterloo en 2009

Ainsi, les équipements motorisés ont émis 186 tonnes de CO₂éq en 2009, alors que les bâtiments municipaux et le traitement des eaux usées ont émis respectivement 126 et 79 tonnes de CO₂éq. Le tableau 6.1 présente ces émissions corporatives pour chacune des catégories et pour chacun des GES.

Tableau 6.1 : Émissions par catégorie pour l'inventaire GES corporatif

Catégorie		CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total corporatif
Bâtiments municipaux et autres installations	Électricité	-	-	-	NA	4	32
	Gaz naturel	120	0,002	0,002	NA	121	
	Propane	0	0,000	0,000	NA	0	
	Mazout	0	0	0	NA	0	
	Réfrigérant (HFC-410a)	NA	NA	NA	0,0001	0,10	
Équipements motorisés municipaux	Essence	23	0,003	0,002	NA	24	48
	Diesel	150	0,005	0,015	NA	155	
	Propane	5	0	0	NA	5	
	Biocarburant	0	0,000	0,000	NA	0	
	Réfrigérant (HFC-134a)	NA	NA	NA	0,0012	2	
Traitement des eaux usées		NA	0	0,26	NA	79	20
Total						391	100

Comme l'inventaire GES corporatif regroupe les émissions de GES issues des services gérés par la Ville (champs 1) et ceux donnés en sous-traitance (champs 2), il est possible de mettre en comparaison ces deux champs. Le tableau 6.2 et la figure 6.2 exposent cette comparaison pour l'année 2009. Le total des émissions corporatives de GES qui sont relatives au champ 1 (contrôle direct) se chiffre à 301 tonnes CO₂éq, alors que le total des émissions corporatives de GES qui sont relatives au champ 2 (sous-traitants) se chiffre à 90 tonnes CO₂éq.

Les émissions de GES du champ 2 sont presque exclusivement dues aux équipements motorisés, de par la nature même des services que la Ville de Waterloo donne en sous-traitance. Comme le traitement des eaux usées est sous le contrôle opérationnel de la Ville de Waterloo, l'ensemble des émissions de GES de cette catégorie est intégré au champ 1.

Tableau 6.2 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour l'ensemble des émissions corporatives de GES

Champ	Catégorie ou service	CO ₂ éq (tonne)	% du total
1. Contrôle direct	Bâtiments municipaux et autres installations	126	77
	Équipements motorisés municipaux	97	
	Traitement des eaux usées	79	
2. Sous-traitants	Bâtiments et autres installations	0,02	23
	Équipements motorisés	90	
	Traitement des eaux usées	0	
Total corporatif		391	100

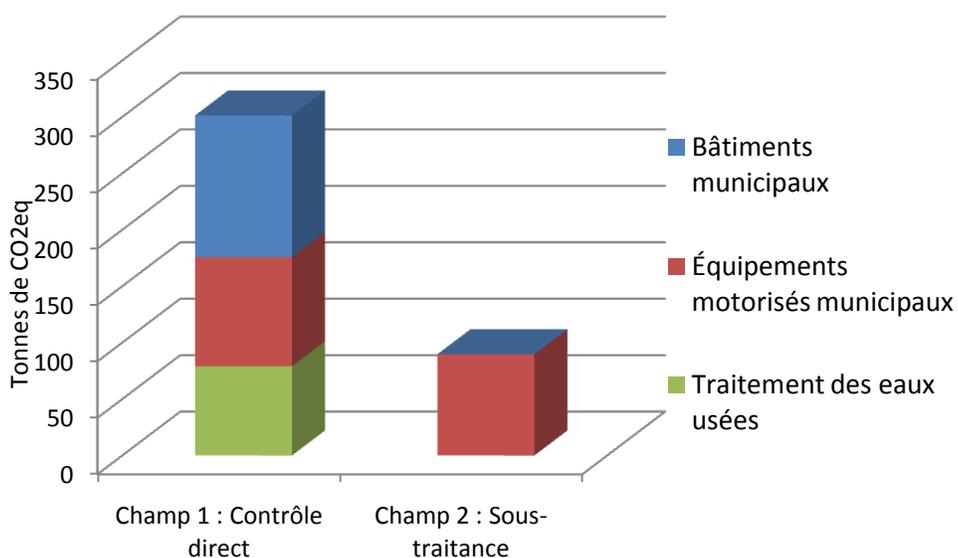


Figure 6.2 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour l'ensemble des émissions corporatives de GES

6.1 Bâtiments municipaux et autres installations

Les émissions de GES dues aux bâtiments municipaux et aux autres installations regroupent les émissions directes de GES dues à la consommation de gaz naturel, de propane, de mazout, les émissions indirectes de GES liées à la consommation d'électricité et les émissions fugitives de GES dues aux réfrigérants contenus dans les systèmes de climatisation des bâtiments. Les émissions directes de GES générées par la consommation de gaz naturel sont prédominantes à ce niveau avec 96,6 % des émissions dues aux bâtiments.

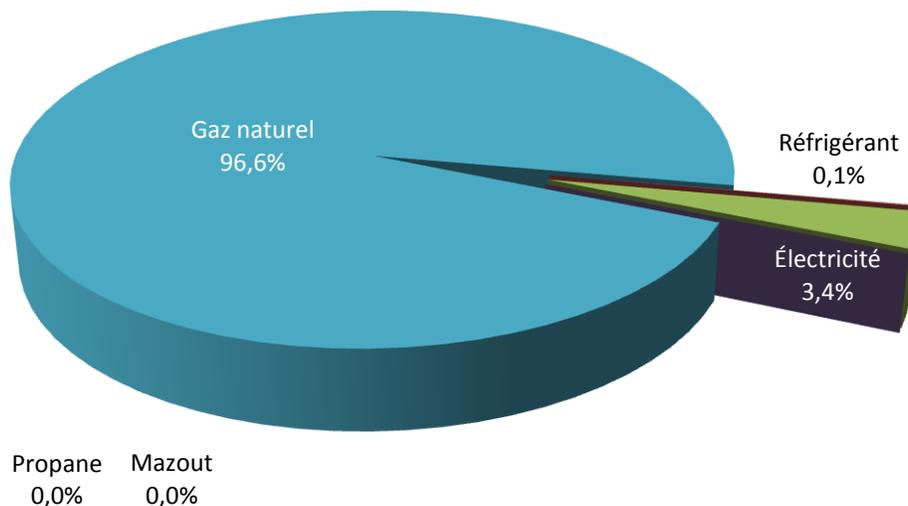


Figure 6.3 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux bâtiments municipaux

Le tableau 6.3 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des sous-catégories d'émissions. Le gaz naturel prédomine avec 121 tonnes de CO₂éq pour l'année 2009, alors que la consommation d'électricité suit avec 4 tonnes de CO₂éq. Dans le chiffrier fourni à la Ville de Waterloo, ces émissions de GES sont détaillées sous forme désagrégée, par installation.

Tableau 6.3 : Émissions corporatives de GES par sous-catégories d'émission pour les bâtiments municipaux et autres installations

Sous-catégories	CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total des bâtiments
Électricité	-	-	-	NA	4	3
Gaz naturel	120	0,002	0,002	NA	121	97
Propane	0	0,0000	0,000	NA	0	0
Mazout	0	0	0	NA	0	0
Réfrigérant (HFC-410a)	NA	NA	NA	0,0001	0,1	0,1
Total					126	100

6.2 Équipements motorisés municipaux

Les émissions de GES associées aux équipements motorisés municipaux regroupent les émissions de GES dues à la consommation d'essence, de diesel et de propane et les émissions fugitives de GES dues aux réfrigérants contenus dans les systèmes de climatisation des véhicules. Les émissions de GES générées par la consommation de diesel prédominent largement avec 83 % des émissions de GES dues aux équipements motorisés. La consommation d'essence est responsable de 13 % de ces émissions alors que les réfrigérants des systèmes de climatisation sont responsables d'environ 1 %. Il n'y a pas de biocarburant utilisé par la Ville de Waterloo en 2009. La figure 6.4 démontre cette distribution.

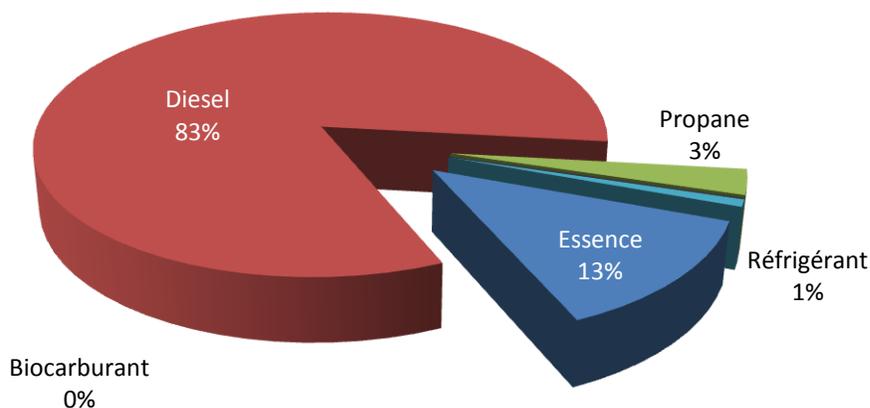


Figure 6.4 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux

Le tableau 6.4 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des sous-catégories. Les émissions de GES dues à la consommation de carburant se chiffrent en 2009 à 155 tonnes de CO₂éq pour le diesel et à 24 tonnes de CO₂éq pour l'essence. Dans les deux cas, c'est le CO₂ qui est le GES qui prédomine. La consommation de propane de la resurfaeuse a émis 5 tonnes de CO₂éq en 2009. Les systèmes de climatisation des véhicules, qui contiennent du HFC-134a au potentiel de réchauffement planétaire de 1 300 kg CO₂éq/kg HFC émis, sont responsables de 2 tonnes de CO₂éq en 2009.

Tableau 6.4 : Émissions corporatives de GES par sous-catégorie pour les équipements motorisés municipaux

Sous-catégorie	CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total des équipements motorisés
Essence	23	0,003	0,002	NA	24	12,9
Diesel	150	0,01	0,02	NA	155	83,3
Propane	5	0,00	0,00	NA	5	2,9
Biocarburant	0	0,00	0,00	NA	0	0,0
Réfrigérant (HFC-134a)	NA	NA	NA	0,00	2	0,8
Total					186	100

Comme la nature même des services donnés en sous-traitance par la Ville de Waterloo est reliée à des services qui utilisent des équipements motorisés, une proportion importante des émissions corporatives de cette catégorie se retrouve dans le champ 2. Le tableau 6.5 représente cette comparaison des émissions dues aux champs 1 et 2.

En ce qui concerne la consommation de diesel, les sous-traitants émettent plus de GES que la Ville (90 tonnes CO₂éq par rapport à 66 tonnes CO₂éq). Les émissions fugitives de GES relatives aux systèmes de climatisation sont minimales dans les deux cas.

Tableau 6.5 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour les émissions corporatives de GES dues aux équipements motorisés

Champ	Sous-catégorie	CO ₂ éq (tonne)	% du total
1. Contrôle direct	Essence	24	52
	Diesel	66	
	Propane	5	
	Biocarburant	0	
	Réfrigérant	2	
2. Sous-traitants	Essence	0	48
	Diesel	90	
	Propane	0	
	Biocarburant	0	
	Réfrigérant	0	
Total corporatif		186	100

6.2.1 Champ 1 : contrôle direct

Les émissions de GES relatives aux équipements motorisés municipaux qui sont sous le contrôle opérationnel de la Ville de Waterloo totalisent 97 tonnes CO₂éq. Ces émissions de GES peuvent être réparties par service. Cette distribution est illustrée à la figure 6.6. On peut y constater que les travaux publics prédominent avec 82,3 % des émissions de GES du champ 1. Le service

d'incendie couvre 8,2 % de ces émissions. Les quantités de GES émis par chacun de ces services sont détaillées dans le tableau 6.6.

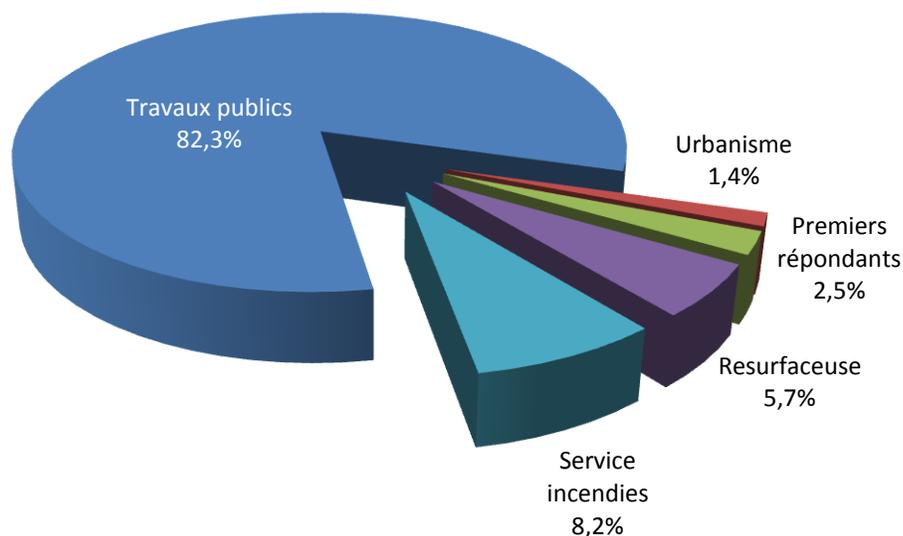


Figure 6.5 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux sous le contrôle opérationnel de la Ville de Waterloo

Tableau 6.6 Émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux sous le contrôle opérationnel de la Ville de Waterloo

Service	Total des émissions (tonne CO ₂ éq)
Travaux publics	79,5
Urbanisme	1,4
Premiers répondants	2,4
Resurfaceuse	5,5
Service incendies	7,9
Total:	97

6.2.2 Champ 2 : sous-traitants

Au niveau des sous-traitants, comme on le constate sur la figure 6.7, c'est le service de collecte des matières résiduelles qui émet le plus de GES avec 63,9 %. Les quantités de GES émis par chacun des sous-traitants sont détaillées dans le tableau 6.7.

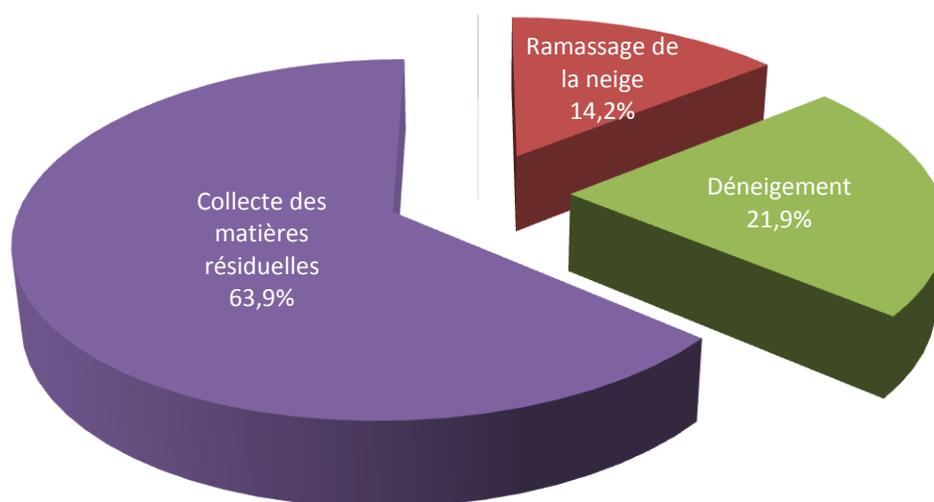


Figure 6.6 Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés des sous-traitants de la Ville de Waterloo

Tableau 6.7 : Émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux des sous-traitants de la Ville de Waterloo

Service	Total des émissions (tonne CO ₂ éq)
Feux de circulation (Ministère du Transport)	0,02
Ramassage de la neige	12,75
Dénéigement	19,67
Collecte des matières résiduelles	57,29
Total:	90



6.3 Traitement des eaux usées

La Ville de Waterloo possède sa propre usine de traitement des eaux usées sur laquelle elle a le contrôle opérationnel. Les émissions de GES dues à ce traitement sont donc comptabilisées dans le champ 1. Comme le traitement se fait dans des étangs aérés, il s'agit d'un traitement aérobie et il n'y a pas de méthane (CH_4) émis lors du traitement. Cependant, il y en aura lors de l'enfouissement des boues produites, émissions qui sont quantifiées dans la section relative aux matières résiduelles.

Les émissions de GES relatives au traitement des eaux usées sont donc dues uniquement aux processus de nitrification et de dénitrification qui génèrent du N_2O . Ces émissions se chiffrent à 0,26 tonne de N_2O pour l'année 2009, ce qui correspond à 79 tonnes de $\text{CO}_2\text{éq}$. Ces émissions correspondent à 20 % du total des émissions corporatives de GES.

7 INVENTAIRE GES DE LA COLLECTIVITÉ

L'inventaire GES de la collectivité de la Ville de Waterloo comprend les émissions de GES dues à l'enfouissement des matières résiduelles et au transport routier des citoyens. La méthodologie relative au calcul des émissions de GES pour chacune de ces catégories est décrite à la section 9 du présent rapport. La figure 7.1 présente la distribution de ces émissions. Le transport de la collectivité prédomine avec 82 % des émissions de GES de la collectivité, alors que l'enfouissement des matières résiduelles représente 18 % de ces émissions.

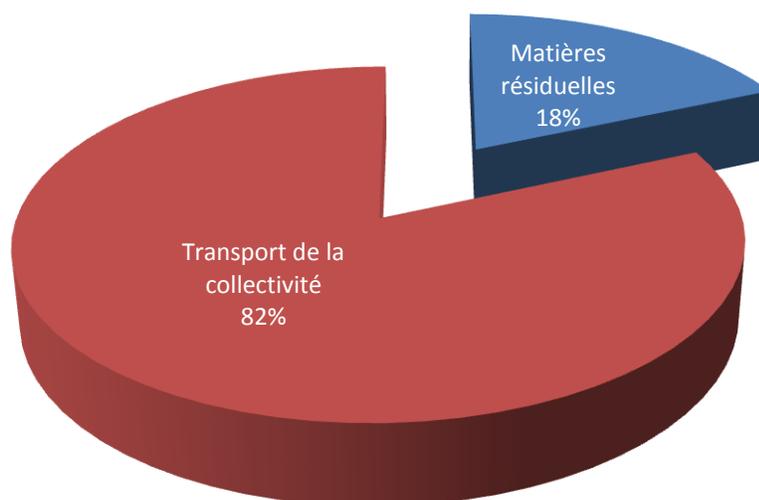


Figure 7.1 : Distribution des émissions de GES de la collectivité pour la Ville de Waterloo en 2009

Ainsi, l'enfouissement des matières résiduelles a émis 4 058 tonnes de CO₂éq en 2009, alors que le transport de la collectivité a généré 17 954 tonnes de CO₂éq. Le tableau 7.1 présente ces émissions pour chacune des catégories. Le total de ces émissions de la collectivité n'inclut pas les véhicules corporatifs, car ils sont déjà inclus dans l'inventaire GES corporatif, et n'inclut pas non plus le CO₂ provenant de la biomasse, car elle doit être comptabilisée à part selon le Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Évolution de Climat (GIEC) et comme il est expliqué à la section 9, portant sur la méthodologie.

Tableau 7.1 : Émissions par catégorie pour l'inventaire GES de la collectivité

Catégorie		CO ₂ éq (tonne)	% du total de la collectivité
Matières résiduelles	CO ₂	879	NA
	CH ₄	4 058	18
Transport collectivité	Automobile	6 986	82
	Camion léger	4 751	
	Motocyclette	58	
	Autobus	75	
	Autobus scolaire	89	
	Camion lourd	4 363	
	Véhicule hors-route	1 631	
Total (excluant les véhicules corporatifs et le CO ₂ provenant de la biomasse)		22 012	100

7.1 Matières résiduelles

Jusqu'en 1993, la Ville de Waterloo envoyait ses matières résiduelles au LES de Ste-Anne-de-la-Rochelle. Le site a été fermé en 1993 et il a été posé qu'aucun système de captage du biogaz n'était installé sur le site. Entre 1993 et 2008, les matières résiduelles de la Ville ont été acheminées au site Intersan à St-Nicéphore qui possède un système de captage du biogaz. Enfin, depuis 2009, c'est la MRC qui est en charge de la gestion des matières résiduelles de la Ville de Waterloo et les matières résiduelles sont maintenant acheminées au lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de Ste-Cécile-de-Milton qui possède également un système de captage du biogaz. Comme le pourcentage de méthane capté par les systèmes de captage n'a pu être fourni, la moyenne québécoise de 75 % a été considérée.

La production de CO₂ et de CH₄ est définie à l'aide du modèle LandGEM (Landfill Air Emission Estimation Model), qui a été développé par l'EPA (Environmental Protection Agency) pour estimer les émissions de GES provenant de la biodégradation des matières résiduelles dans un site d'enfouissement.

Les émissions de GES de 2009 dues à l'ensemble de ces matières résiduelles sont résumées dans le tableau 7.2. Ainsi, 879 tonnes de CO₂ ont été émises en 2009. Cependant, comme ces émissions proviennent de la biomasse, elles ne sont pas comptabilisées dans l'inventaire GES global. De plus, ces mêmes matières résiduelles ont aussi produit 193 tonnes de CH₄, ce qui correspond à 4 058 tonnes de CO₂éq.

Tableau 7.2 : Émissions de GES dues à l'enfouissement des matières résiduelles

Catégorie		Émissions	Unité
Matières résiduelles	CO ₂	879	tonnes CO ₂
	CH ₄	193	tonnes CH ₄
		4 058	tonnes CO ₂ éq

7.2 Transport routier

Les émissions de GES dues au transport routier par la collectivité représentent la catégorie qui génère le plus d'émissions de GES pour la Ville de Waterloo en 2009 et se chiffrent à 17 954 tonnes de CO₂éq si on ne tient pas compte des véhicules municipaux et des véhicules des sous-traitants qui sont situés à Waterloo. À partir des informations obtenues de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), les types et le nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la Ville de Waterloo sont ceux présentés au tableau 7.3. Les émissions de GES y sont indiquées pour chaque type de véhicule. Ainsi, les automobiles comptent parmi les sources qui émettent le plus de GES et totalisent 6 986 tonnes de CO₂éq, suivi des camions légers (4 751 tonnes de CO₂éq), des camions lourds (4 363 tonnes de CO₂éq) et des véhicules hors-route (1 631 tonnes de CO₂éq).

Tableau 7.3 : Nombre de véhicules immatriculés et émissions de GES par type de véhicule

Type	Nombre de véhicules immatriculés	CO ₂ éq (tonne)
Automobile	2 028	6 986
Camion léger	852	4 751
Motocyclette	135	58
Autobus	1	75
Autobus scolaire	6	89
Camion lourd	88	4 363
Véhicule hors-route	278	1 631

8 INVENTAIRE GES GLOBAL

L'inventaire GES global de la Ville de Waterloo représente la somme des inventaires GES corporatif et de la collectivité. Comme l'indique la figure 8.1, le transport de la collectivité est la catégorie qui génère le plus d'émission de GES et représente 80,1 % des émissions globales de GES de la Ville de Waterloo en 2009. L'enfouissement des matières résiduelles génère quant à lui 18,1 % des émissions globales. Finalement, l'ensemble des émissions corporatives représente 1,8 % des émissions globales de GES. Le tableau 8.1 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des catégories.

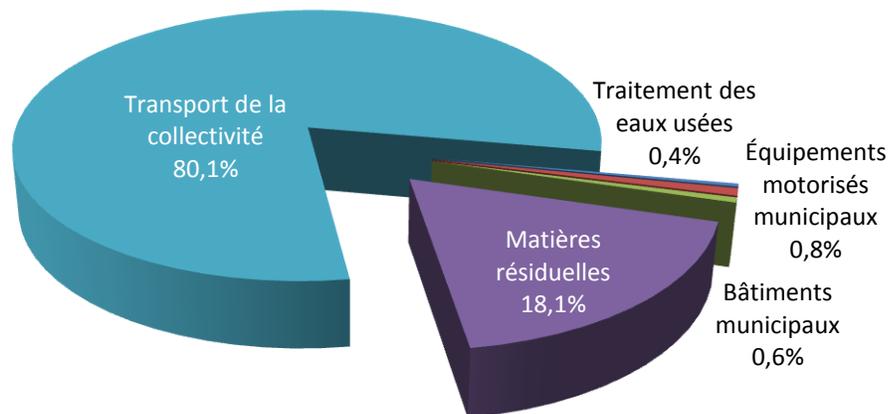


Figure 8.1 : Distribution des émissions globales de GES pour la Ville de Waterloo en 2009

Tableau 8.1 : Émissions globales pour chaque GES par catégorie pour la Ville de Waterloo en 2009

Secteur	Catégorie	CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total
Corporatif	Bâtiments municipaux et autres installations	120 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0,0001 (HFC-410a)	126 (incluant électricité)	0,6
	Équipements motorisés municipaux	179	0,008	0,018	0,001 (HFC-134a)	186	0,8
	Traitement des eaux usées	NA	0,0	0,3	NA	79	0,4
Collectivité	Matières résiduelles	CO ₂ provenant de la biomasse	193	NA	NA	4 058	18,1
	Transport collectivité	-	-	-	NA	17 954	80,1
Total						22 403	100

En intensité, la Ville de Waterloo a émis 0,10 tonne de CO₂éq par habitant en 2009 au niveau corporatif, 5,61 tonnes de CO₂éq par habitant au niveau de la collectivité et 5,71 tonnes de CO₂éq par habitant au niveau global. Le tableau 8.2 présente ces émissions en intensité.

Tableau 8.2: Émissions de GES par habitant pour la Ville de Waterloo en 2009

Inventaire	CO ₂ éq (tonne/habitant)
Corporatif	0,10
Collectivité	5,61
Global	5,71



9 MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre décrit chacun des calculs qui ont été faits pour produire l'inventaire des GES de la Ville de Waterloo, ainsi que les hypothèses utilisées. L'ensemble de ces calculs a été effectué et intégré dans le même chiffrier, qui contient également des onglets dédiés aux données brutes fournies par la Ville et ses sous-traitants.

Les méthodologies de calcul pour toutes les catégories de sources d'émission de GES sont celles prescrites par le programme Climat municipalités.

9.1 Bâtiments municipaux et autres installations

Les émissions de GES propres aux bâtiments municipaux se divisent en trois grandes familles :

- Émissions directes de GES provenant d'une source de combustion fixe
- Émissions indirectes de GES provenant de la consommation d'électricité
- Émissions fugitives de GES provenant des systèmes de réfrigération et de climatisation

9.1.1 Procédure de collecte de données

Les données utilisées pour le calcul des émissions directes de GES provenant d'une source de combustion fixe sont celles identifiées sur les factures dans le cas du gaz naturel. Ces factures ont été fournies par Brigitte Deslandres (service de comptabilité, Ville de Waterloo). La quantité de propane consommé en 2009 a été fournie directement par Louis Verhoef, directeur des Travaux publics à la Ville de Waterloo. Enfin, selon Marc Cournoyer, inspecteur municipal à la Ville, il n'y a pas de consommation de mazout pour les activités de la Ville de Waterloo. Le tableau 9.1 présente les consommations annuelles en gaz naturel pour les différents bâtiments municipaux.

Tableau 9.1 : Consommation annuelle pour les sources de combustion fixe pour Waterloo en 2009

Type de combustible	Fournisseur	Bâtiment	Consommation annuelle	Unité
Gaz naturel	Gaz métro	Service incendies	4 004	m ³
		Garage municipal	22 129	m ³
		Aréna	29 252	m ³
		Maison de la Culture	10 919	m ³
		Ancienne Caserne (S.Q.)	1 043	m ³
		Hôtel de Ville	22 539	m ³

En ce qui concerne les émissions indirectes de GES provenant de la consommation d'électricité, les factures, en kWh, pour Hydro-Québec ont été fournies par Brigitte Deslandres (service de comptabilité, Ville de Waterloo) alors que la consommation pour l'éclairage de rue a été fournie par Suzanne Simard, Trésorière à la Ville de Waterloo.

Les données concernant les émissions fugitives provenant des systèmes de climatisation proviennent de différentes sources, soit Marc Cournoyer pour les systèmes de l'Hôtel de Ville, du poste de police et de la Maison de la Culture, et Louis Verhoef pour le système de l'aréna et du chalet du parc Robinson (tennis). L'ensemble des données recueillies se trouve au tableau 9.2.

Au niveau du service d'incendie, il n'y a pas de HFC utilisé dans les systèmes de suppression des incendies de la Ville de Waterloo¹¹.

¹¹ Patrick Gallagher, directeur du service d'incendie, Ville de Waterloo

Tableau 9.2 : Système de réfrigération et de climatisation de la Ville de Waterloo

Bâtiment	Type de réfrigérant (HFC)	Capacité de l'équipement
Hôtel de Ville (9 systèmes individuels)	R-22	21,5 oz
Hôtel de Ville (2 systèmes, salle du conseil)	R-22	5,9 lbs
Chalet du parc Robinson (Tennis)	R-410a	12 lbs
Maison de la Culture (2 systèmes)	R-22	8,3 lbs
Aréna	R-717	---

9.1.2 Traitement des données

Comme le service d'incendie est partagé par plusieurs municipalités, dont la Ville de Waterloo, les émissions de GES dues à ces services ont été réparties selon le pourcentage d'interventions pour la Ville de Waterloo. Cette valeur a été estimée à 52 % par Patrick Gallagher, directeur du service d'incendie, Ville de Waterloo.

Comme l'aréna et le chalet du Parc Robinson sont utilisés par dix municipalités, dont la Ville de Waterloo, les émissions de GES dues à ces bâtiments ont été calculées au prorata de la population qui utilise ces installations. Les municipalités bénéficiant de ces services sont Warden, Shefford, St-Joachim-de-Shefford, Lawrenceville, Bolton-Est, Bolton-Ouest, Stukely-Sud, Lac-Brome et Roxton Pond.

Certaines données prélevées sur des documents (factures ou autres) ne sont pas disponibles pour la période du 1^{er} janvier au 31 décembre, mais plutôt pour d'autres périodes de temps (ex. : du 10 janvier 2009 au 5 janvier 2010). Les consommations annuelles ont donc été recalculées sur une période de 365 jours.



En ce qui concerne la capacité du système de climatisation du Chalet du Parc Robinson (tennis), la quantité de réfrigérant a été calculée au prorata de la population des dix municipalités qui utilisent ce service. Voici les détails du calcul effectué :

$$5,44 \text{ kg} * \frac{3\,926 \text{ habitants à Waterloo}}{25\,225 \text{ habitants}} = 0,85 \text{ tonnes}$$

9.1.3 Facteurs d'émission GES utilisés

Les facteurs d'émission pour le calcul des émissions directes de GES provenant d'une source de combustion fixe sont ceux fournis par Environnement Canada dans son plus récent inventaire national. Il en est de même pour les émissions indirectes de GES provenant de la consommation d'électricité : le facteur d'émission utilisé est celui fourni dans l'inventaire canadien des émissions de GES pour le Québec, soit 0,002 kg CO₂éq / kWh.

Au niveau des émissions fugitives de GES provenant des systèmes de réfrigération, la Ville de Waterloo utilise le R22, le R717 et le R410a dans ses systèmes de climatisation. D'une part, le R22 (aussi nommé HCFC-22 et fréon 22) est un HCFC, qui est un GES, mais qui n'est pas inclus dans le protocole de Kyoto, car c'est une substance appauvrissant la couche d'ozone (SACO) qui est couverte par le protocole de Montréal. Donc, selon le protocole de Kyoto et le programme Climat municipalités, les émissions de R22 ne doivent pas être incluses dans l'inventaire municipal des émissions de GES.

D'autre part, le R717 est de l'ammoniac (NH₃), qui n'est pas un GES et possède donc un potentiel de réchauffement de 0.

Enfin, le R410a est un mélange 50/50 de deux GES : le HFC125 (au potentiel de réchauffement de 2 800 kg CO₂éq/kg) et le HFC32 (au potentiel de réchauffement de 650 kg CO₂éq/kg). Le R410a utilisé par la Ville de Waterloo a donc un potentiel de réchauffement de 1 725 kg CO₂éq/kg.

9.1.4 Calcul des émissions de GES

Les émissions directes de GES provenant d'une source de combustion fixe sont calculées en multipliant la consommation annuelle de chaque combustible, par les coefficients d'émissions appropriés et reportés en CO₂éq d'après les potentiels de réchauffement du CH₄ et du N₂O. En voici un exemple pour le gaz naturel de la Maison de la Culture :

$$\text{Émissions annuelles de CO}_2 = 10\,919 \text{ m}^3 * \frac{1,878 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 20\,505 \text{ kg} = 20,51 \text{ tonnes}$$

$$\text{Émissions annuelles de CH}_4 = 10\,919 \text{ m}^3 * \frac{0,000037 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 0,4 \text{ kg} = 0,000404 \text{ tonne}$$

$$\text{Émissions annuelles de N}_2\text{O} = 10\,919 \text{ m}^3 * \frac{0,000035 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 0,38 \text{ kg} = 0,00038 \text{ tonne}$$

$$\begin{aligned} \text{Émissions annuelles en CO}_2\text{éq} \\ &= 20,51 \text{ tonnes} + (0,000404 * 21)\text{tonnes} + (0,00038 * 310)\text{tonnes} \\ &= 20,63 \text{ tonnes} \end{aligned}$$

Le calcul des émissions indirectes de GES provenant de la consommation d'électricité se fait par la multiplication de la consommation annuelle (en kWh) par le facteur d'émission correspondant pour le Québec, soit 0,002 kg CO₂éq / kWh¹². En voici un exemple pour la Maison de la Culture :

$$\text{Émissions annuelles en CO}_2\text{éq} = 40\,720 \text{ kWh} * \frac{0,002 \text{ kg CO}_2\text{éq}}{\text{kWh}} = 0,08 \text{ tonne}$$

Les émissions annuelles de GES dues aux fuites des systèmes de climatisation peuvent être estimées de la façon suivante d'après Environnement Canada :

$$\text{Émissions annuelles (kg)} = [(Q_n * k) + (C * x * A) + (Q_d * y * (1 - z))]$$

Q_n : Quantité de réfrigérant ajoutée aux nouveaux équipements (kg)

k : Émission initiale (%)

¹² Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 3, Annexe 13.



C : Capacité totale de l'équipement (kg)

x : Émission de fonctionnement (%)

A : Nombre d'années d'utilisation

Q_d : Capacité des équipements non utilisés (kg)

y : Charge initiale restante (%)

z : Efficacité de récupération (%)

Ces émissions annuelles de GES sont ensuite ramenées en CO₂éq d'après leur potentiel de réchauffement. Les valeurs de x, y, z et k sont les valeurs fournies par le GIEC pour la climatisation résidentielle et commerciale.

Pour la Ville de Waterloo, aucun équipement n'a été enlevé durant l'année 2009 (valeur de Q_d). Toutefois, le système de climatisation du chalet de Parc Robinson a été installé en juin 2009, mais n'a pas remplacé un autre système. La valeur de A pour le calcul des émissions relatives à cet équipement est donc de 0,6 (7 mois d'utilisation sur 12). Le tableau 9.2 présente les systèmes de climatisation de la Ville de Waterloo, ainsi que leur capacité (valeur de C) et le type de réfrigérant utilisé. Seul le système de climatisation du chalet de parc Robinson utilise un GES inclus dans le protocole de Kyoto.

Les émissions annuelles de GES calculées sont ensuite ramenées en CO₂éq d'après leur potentiel de réchauffement (1 725 kg CO₂éq/kg pour le HFC-410a). Les valeurs de x, y, z et k sont les valeurs fournies par le GIEC pour la climatisation résidentielle et commerciale.

Voici le calcul effectué pour le chalet du parc Robinson, qui utilise du HFC-410a :

$$\begin{aligned} & \text{Émissions annuelles en tonne CO}_2\text{éq} \\ & = \left[(0,85 \text{ kg} * 1\%) + \left(0,85 \text{ kg} * 10\% * \frac{7 \text{ mois}}{12 \text{ mois}} \right) \right. \\ & \left. + (0 \text{ kg} * 80\% * (1 - 80\%)) \right] * \frac{1 \text{ tonne}}{1000 \text{ kg}} * \frac{1\,725 \text{ kg CO}_2\text{éq}}{\text{kg}} \\ & = 0,10 \text{ tonne CO}_2\text{éq} \end{aligned}$$



9.1.5 Évaluation de l'incertitude

Afin de réduire les risques d'erreur, le chiffrier de calcul fait les totaux annuels (m³ de gaz naturel et kWh) dans les onglets de données brutes et dans ceux de calcul. Cette vérification de la concordance des totaux minimise l'erreur due à la transposition des données.

En ce qui concerne l'incertitude reliée aux données, ces dernières proviennent de factures pour le gaz naturel et l'électricité. Comme l'ensemble de ce qui est acheté par la Ville de Waterloo est consommé par la Ville de Waterloo, ces données sont très précises et l'incertitude est donc faible. Au niveau des émissions fugitives de GES, elles n'ont pas été comptabilisées à l'aide de bilan, mais plutôt par l'estimation des taux de fuite. De plus, la capacité des équipements provient d'une estimation. L'incertitude sur ces données est donc forte.

Une amélioration possible pour les prochains inventaires est d'obtenir la capacité réelle des équipements ou encore de faire le bilan initial et final des réfrigérants contenus dans les systèmes de climatisation des bâtiments, tout en recueillant les informations concernant les remplissages des systèmes durant l'année.

L'incertitude reliée aux facteurs d'émission des sources de combustion fixe est faible, car elle provient de données canadiennes et les systèmes de combustion sont semblables dans l'ensemble du Canada. L'incertitude reliée aux facteurs d'émission de l'électricité est aussi faible, car elle provient de données québécoises, fonction de la production d'électricité au Québec.

9.1.6 Sous-traitants

En ce qui concerne les feux de circulation, la puissance servant à la facturation d'Hydro-Québec¹³ et le nombre de feux de circulation a permis de calculer la consommation d'électricité en kWh. Voici le calcul qui a été effectué :

¹³ Cette information provient des factures d'Hydro-Québec pour les feux de circulation d'une autre municipalité


$$\frac{0,474 \text{ kW}}{\text{feux de circulation}} * 2 \text{ feux de circulation} * \frac{365 \text{ jours}}{\text{an}} * \frac{24 \text{ heures}}{\text{jour}}$$
$$= 8\,304 \text{ kWh}$$

L'incertitude sur cette donnée est faible, puisqu'il s'agit d'une puissance déterminée par Hydro-Québec pour les feux de circulation et le nombre réel de feux de circulation présents sur le territoire de la Ville de Waterloo.

9.2 Équipements motorisés municipaux

Les émissions de GES propres aux équipements motorisés municipaux se divisent en deux grandes sous-catégories :

- Émissions directes de GES associées à l'utilisation de carburant
- Émissions fugitives de GES provenant des systèmes de climatisation

9.2.1 Procédure de collecte de données

Les données utilisées pour le calcul des émissions directes de GES associées à l'utilisation de carburant sont les coûts mensuels associés à l'achat de carburant pour les différents secteurs d'activités ainsi que le pourcentage d'utilisation des véhicules. Les données sur les coûts de carburant ont été fournies par Suzanne Simard, Trésorière à la Ville de Waterloo. En ce qui concerne le pourcentage d'utilisation des véhicules, de même que la liste des véhicules climatisés et la liste des véhicules mis au rebut en 2009 pour le calcul des émissions fugitives de GES provenant des systèmes de climatisation, ces données ont été fournies par deux intervenants différents, soient Louis Verhoef pour les véhicules des travaux publics et Patrick Gallagher pour les autres véhicules (service d'incendies et urbanisme).

La liste de tous les véhicules motorisés municipaux se trouve à l'annexe 2.



La collecte de données concernant les sous-traitants est discutée, pour chacun des sous-traitants, à la section 9.2.6. Chacun d'entre eux a été rejoint pour obtenir leurs consommations annuelles en carburant, ou des estimations de ces dernières.

9.2.2 Traitement des données

Dans certains cas, le coût mensuel en carburant était connu par véhicule. Le prix moyen mensuel du carburant consommé¹⁴ a été utilisé pour calculer la consommation d'essence ou de diesel en litre par véhicule.

Dans le cas des véhicules utilisés par le service d'incendie et par les travaux publics, seul le coût mensuel pour l'ensemble des véhicules du département était connu. Le pourcentage approximatif d'utilisation a donc été utilisé ainsi que le prix moyen du carburant consommé afin de calculer la consommation d'essence ou de diesel de chacun des véhicules.

Comme le service d'incendie est partagé par plusieurs municipalités, dont la Ville de Waterloo, les émissions de GES dues à ces services ont été réparties selon le pourcentage d'interventions pour la Ville de Waterloo. Cette valeur a été estimée à 52 % par Patrick Gallagher, directeur du service d'incendie, Ville de Waterloo.

9.2.3 Facteurs d'émission GES utilisés

Les émissions de CO₂ sont directement liées à la quantité de carburant consommé (2,289 kg CO₂/litre pour l'essence et 2,663 kg CO₂/litre pour le diesel)¹⁵, tandis que les émissions de CH₄ et de N₂O dépendent aussi du type de technologie utilisée. Pour chaque type de véhicule, un coefficient est donné par Environnement Canada. Le tableau 9.3 présente ces facteurs d'émission. Dans ce tableau, les niveaux réfèrent à l'année de fabrication du véhicule :

¹⁴ Régie de l'énergie du Québec (http://www.regie-energie.qc.ca/energie/petrole_tarifs.html#), Moyenne mensuelle pour la Montérégie

¹⁵ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008.

- 
- Niveau 0 : entre 1981 et 1993
 - Niveau 1 : entre 1994 et 1999
 - Niveau 2 : 2000 à maintenant. Comme les facteurs d'émission pour les véhicules niveau 2 ne sont pas encore publiés, Environnement Canada propose d'utiliser les facteurs des véhicules niveau 1.

Chacun des types de véhicule, ainsi que les sous-catégories concernant les types de catalyseurs, est décrit à l'annexe 1.

Tableau 9.3 : Facteurs d'émission GES pour les véhicules

	Source	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ éq	Unité
Véhicules légers à essence	Niveau 1	2,289	0,00012	0,00016	2,341	kg/L
	Niveau 0	2,289	0,00032	0,00066	2,500	kg/L
	Convertisseur catalytique d'oxydation	2,289	0,00052	0,0002	2,362	kg/L
	Système sans catalyseur	2,289	0,00046	0,000028	2,307	kg/L
Camions légers à essence	Niveau 1	2,289	0,00013	0,00025	2,369	kg/L
	Niveau 0	2,289	0,00021	0,00066	2,343	kg/L
	Convertisseur catalytique d'oxydation	2,289	0,00043	0,0002	2,503	kg/L
	Système sans catalyseur	2,289	0,00056	0,000028	2,309	kg/L
Véhicules lourds à essence	Catalyseur à trois voies	2,289	0,000068	0,0002	2,352	kg/L
	Système sans catalyseur	2,289	0,00029	0,000047	2,310	kg/L
	Sans dispositif	2,289	0,00049	0,000084	2,325	kg/L
Motocyclettes	Système sans catalyseur	2,289	0,0014	0,000045	2,332	kg/L
Véhicules légers à moteur diesel	Dispositif perfectionné	2,663	0,000051	0,00022	2,732	kg/L
	Dispositif à efficacité modérée	2,663	0,000068	0,00021	2,730	kg/L
	Sans dispositif	2,663	0,0001	0,00016	2,715	kg/L
Camions légers à moteur diesel	Dispositif perfectionné	2,663	0,000068	0,00022	2,733	kg/L
	Dispositif à efficacité modérée	2,663	0,000068	0,00021	2,730	kg/L
	Sans dispositif	2,663	0,000085	0,00016	2,714	kg/L
Véhicules lourds à moteur diesel	Dispositif perfectionné	2,663	0,00012	0,000082	2,691	kg/L
	Dispositif à efficacité modérée	2,663	0,00014	0,000082	2,691	kg/L
	Sans dispositif	2,663	0,00015	0,000075	2,689	kg/L
Véhicules hors route	Essence	2,289	0,0027	0,00005	2,361	kg/L
	Diesel	2,663	0,00015	0,0011	3,007	kg/L

Source : Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008

9.2.4 Calcul des émissions de GES

Le calcul des émissions de CO₂ se fait en multipliant les quantités annuelles d'essence et de diesel par leur facteur d'émission respectif (2,289 kg CO₂/litre pour l'essence et 2,663 kg

CO₂/litre pour le diesel)¹⁶. Le même calcul est fait pour les émissions de CH₄ et de N₂O, mais en tenant compte du type de véhicule dans lequel le carburant est consommé. Les émissions de CH₄ et de N₂O sont ensuite ramenées en CO₂éq d'après leur potentiel de réchauffement. Voici l'exemple du véhicule Pontiac Wave du département d'urbanisme qui consomme de l'essence :

$$\text{Émissions annuelles de CO}_2 = 420,15 \text{ litres} * \frac{2,289 \text{ kg}}{\text{litre}} = 961,7 \text{ kg} = 0,96 \text{ tonne}$$

$$\text{Émissions annuelles de CH}_4 = 420,15 \text{ litres} * \frac{0,00012 \text{ kg}}{\text{litre}} = 0,05 \text{ kg} = 0,00005 \text{ tonne}$$

$$\begin{aligned} \text{Émissions annuelles de N}_2\text{O} &= 420,15 \text{ litres} * \frac{0,00016 \text{ kg}}{\text{litre}} = 0,067 \text{ kg} \\ &= 0,000067 \text{ tonne} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Émissions annuelles en CO}_2\text{éq} \\ &= 0,96 \text{ tonne} + (0,00005 * 21)\text{tonne} + (0,000067 * 310)\text{tonne} \\ &= 0,98 \text{ tonne} \end{aligned}$$

Comme les systèmes de climatisation des véhicules contiennent des HFC, au fort potentiel de réchauffement, les émissions fugitives de GES sont aussi calculées dans cette section. Le HFC le plus répandu est le HFC-134a qui a un potentiel de réchauffement de 1 300 kg CO₂éq/kg. Les émissions annuelles de GES dues aux fuites dans les systèmes de climatisation des véhicules peuvent être estimées de la façon suivante d'après Environnement Canada :

$$\text{Émissions annuelles (kg)} = [(C * x * A) + (Q_d * y * (1 - z))]$$

C : Capacité totale de l'équipement (kg)

x : Émission de fonctionnement (%)

A : Nombre d'années d'utilisation

Q_d : Capacité des équipements non utilisés (kg)

y : Charge initiale restante (%)

z : Efficacité de récupération (%)

¹⁶ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008.

Le tableau 9.4 expose les valeurs que le GIEC propose pour la climatisation mobile. Lorsque la valeur exacte de la capacité n'est pas connue, la valeur la plus haute est prise (1,5 kg).

Tableau 9.4 : Valeur des variables pour la climatisation mobile¹⁷

Capacité totale de l'équipement C	Émission de fonctionnement x	Charge initiale restante y	Efficacité de récupération z
0,5 - 1,5 kg	20%	50%	50%

Ces émissions annuelles de GES sont ensuite ramenées en CO₂éq d'après leur potentiel de réchauffement (1 300 kg CO₂éq/kg pour le HFC-134a). Voici un exemple de calcul pour le véhicule Pontiac Wave du département d'urbanisme, qui est climatisé, mais qui n'a pas été mise au rebut en 2009 :

$$\begin{aligned}
 & \text{Émissions annuelles en tonne } CO_2\text{éq} \\
 & = [(1,5 \text{ kg} * 20\% * 1 \text{ an}) + (0 \text{ kg} * 50\% * (1 - 50\%))] * \frac{1 \text{ tonne}}{1000 \text{ kg}} \\
 & * \frac{1\,300 \text{ kg } CO_2\text{éq}}{\text{kg}} = 0,39 \text{ tonne } CO_2\text{éq}
 \end{aligned}$$

9.2.5 Évaluation de l'incertitude

Afin de réduire les risques d'erreur, le chiffrier de calcul fait le total annuel (essence et diesel) qui peut être vérifié avec les totaux des données brutes. Cette vérification de la concordance des totaux minimise l'erreur due à la transposition des données. Au niveau des émissions fugitives de GES, elles n'ont pas été comptabilisées à l'aide de bilan, mais plutôt par l'estimation des taux de fuite. Cette méthode est un peu moins précise, mais comme les systèmes de climatisation sont semblables, l'incertitude reste moyenne.

¹⁷ GIEC, Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (2006), volume 3 : Procédés industriels et utilisation de produits, tableau 7.9, p. 7.61, [<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol3.html>].



En ce qui concerne l'incertitude reliée aux données, ces dernières proviennent de factures pour le carburant consommé par les véhicules municipaux. L'ensemble de ce qui est acheté par la Ville de Waterloo est consommé par les véhicules de la Ville. Toutefois, il n'y avait pas de distinction pour le type de carburant dans les données et la consommation par véhicule a été estimée. L'incertitude sur ces données est donc moyenne.

L'incertitude reliée aux facteurs d'émission des sources de combustion mobile est faible, car elle provient de données canadiennes et les systèmes de combustion sont semblables dans l'ensemble du Canada, en fonction du type de véhicule.

9.2.6 Sous-traitants

Au niveau des sous-traitants, la collecte de données et le calcul ont été faits de façon différente pour chacun d'eux, en fonction des données disponibles. Pour l'ensemble des incertitudes reliées aux émissions des sous-traitants, la précision peut être améliorée en obtenant les consommations exactes de carburant pour chacun de ces sous-traitants.

- Le déneigement de la Ville de Waterloo est effectué par la Ville et par un sous-traitant (Excavations CS Fulford). Benoît Papineau, d'Excavations CS Fulford a estimé la consommation de diesel pour cette activité à partir du nombre d'heures travaillées et d'une consommation moyenne des équipements de 18 litres/heure.

$$\frac{20 \text{ heures}}{\text{semaine}} * 20 \text{ semaines} * \frac{18 \text{ litres de diesel}}{\text{heure}} = 7\,200 \text{ litres de diesel}$$

Dans ce cas, le nombre d'heures effectuées par le sous-traitant est une donnée connue, mais la consommation de diesel du type de véhicule utilisé provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

- En ce qui concerne le transport et la collecte des matières recyclables résidentielles et celles provenant des ICI, une estimation de la consommation des véhicules par tonnes de matières recyclables a été donnée par David Longpré de SER. La consommation de



diesel en 2009 pour ce service a pu être calculée à partir de la quantité de matières recyclables recueillies en 2009 dans la MRC de la Haute-Yamaska. Cette information a été fournie par Stéfanie Tremblay, chef de projet pour la collecte des ordures et des matières recyclables à la MRC de la Haute-Yamaska. La consommation d'essence a par la suite été calculée au prorata de la population afin d'obtenir la consommation applicable à la Ville de Waterloo.

$$8\,527 \text{ tonnes} * \frac{15 \text{ litres de diesel}}{\text{tonnes}} * \frac{3\,926 \text{ habitants Ville Waterloo}}{89\,799 \text{ habitants MRC Haute – Yamaska}} \\ = 5\,592 \text{ litres de diesel}$$

L'incertitude sur cette donnée est moyenne, car elle provient d'une estimation de la consommation des véhicules, mais la quantité de matières recyclables est une donnée connue.

- En ce qui concerne le transport et la collecte des matières résiduelles, autres que les matières recyclables, une estimation du carburant requis a été donnée par le sous-traitant Sani-Éco pour l'ensemble des services offerts :
 - Collecte de matières résiduelles résidentielles (matières enfouies, putrescibles)
 - Autres collectes de matières résiduelles (arbres de Noël, gros rebuts et feuilles)

Sylvain Gagné de Sani-Éco a estimé la consommation de diesel pour cette activité à partir du nombre d'heures travaillées et d'une consommation moyenne des équipements de 24 litres/heure.

$$555 \text{ heures} * \frac{24 \text{ litres de diesel}}{\text{heure}} = 13\,320 \text{ litres de diesel}$$

Dans ce cas, le nombre d'heures effectuées par le sous-traitant est une donnée connue, mais la consommation de diesel du type de véhicule utilisé provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

- La collecte des boues de fosses septiques de la Ville de Waterloo est effectuée une année sur deux. La collecte n'a pas été effectuée en 2009, mais une estimation de la consommation de carburant pour la collecte des boues en 2010 des 16 fosses septiques se trouvant sur le territoire de la Ville de Waterloo a été fournie par Isabelle Valcourt de Services Sanitaires Deslandes. Cette consommation a été répartie sur deux ans. L'incertitude sur cette donnée est moyenne, car elle provient d'une estimation du nombre de litres annuellement.
- En ce qui a trait au ramassage de la neige, les différents sous-traitants ont pu fournir une estimation de la consommation de carburant à l'exception d'Alain Côté. Benoît Papineau, d'Excavations CS Fulford, a estimé la consommation de diesel à partir du nombre d'heures travaillées et de la consommation moyenne de ses véhicules, soit 18 litres/heure. Voici les détails du calcul :

$$\frac{48 \text{ heures}}{\text{année}} * \frac{18 \text{ litres diesel}}{\text{heure}} = \frac{864 \text{ litres diesel}}{\text{année}}$$

Dans ce cas, le nombre d'heures effectuées par les sous-traitants est une donnée connue, mais la consommation de diesel du type de véhicule utilisé provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

Denis Cloutier, d'excavation Waterloo, a estimé la consommation de diesel à partir du nombre d'heures travaillées et de la consommation moyenne de ses véhicules, soit 8 litres/heure. Voici les détails du calcul :

$$\frac{200 \text{ heures}}{\text{année}} * \frac{8 \text{ litres diesel}}{\text{heure}} = \frac{1\,600 \text{ litres diesel}}{\text{année}}$$

Dans ce cas, le nombre d'heures effectuées par les sous-traitants est une donnée connue, mais la consommation de diesel du type de véhicule utilisé provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.



Gilles Bachand, de Constructions Gyloo a pour sa part donné une estimation de la consommation d'un véhicule pour une journée de travail ainsi que le nombre de jours travaillés pour le ramassage de la neige dans la Ville de Waterloo pendant l'hiver 2009-2010. Ces données ont donc été utilisées pour estimer la consommation de diesel en 2009 par ce sous-traitant. Voici les détails du calcul :

$$\frac{4 \text{ jours de travail}}{\text{année}} * \frac{200 \text{ litres diesel}}{\text{jours}} = \frac{800 \text{ litres diesel}}{\text{année}}$$

Comme il s'agit d'une estimation du nombre de jours travaillés et de la consommation de diesel du type de véhicule, l'incertitude est moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

Patrice Laramée, d'Excavations Patrice Laramée a fourni une estimation de la consommation en diesel des deux véhicules utilisés pour le ramassage de la neige pendant l'année 2009, soit 110 litres pour la souffleuse (tracteur Valtra 2005) et environ 500 litres pour le camion Sterling 2000. Comme il s'agit d'une estimation de la quantité de diesel consommé, l'incertitude est moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

Comme la consommation de carburant liée au ramassage de la neige effectué par Alain Côté n'a pu être obtenue, celle-ci a été considérée comme équivalente à la consommation de Constructions Gyloo, soit 800 litres de diesel pour l'année 2009. L'incertitude sur cette donnée est forte puisqu'il s'agit d'une estimation de la consommation.

- La vidange des boues d'épuration d'un des étangs de l'usine de traitement des eaux usées de la Ville de Waterloo a été faite par Excavations CS Fulford en 2009. Benoît Papineau a été en mesure de fournir une estimation de la consommation d'essence à partir du nombre d'heures travaillées et de la consommation moyenne des équipements utilisés, soient deux pelles mécaniques à moteur diesel. Voici les détails du calcul :


$$2 \text{ équipements} * 50 \text{ heures} * \frac{18 \text{ litres}}{\text{heure}} = 1\,800 \text{ litres de diesel}$$

Dans ce cas, le nombre d'heures effectuées par le sous-traitant est une donnée connue, mais la consommation de diesel du type de véhicule utilisé provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

9.3 Traitement des eaux usées

Il n'y a pas de CH₄ émis lors du traitement, car il s'agit d'un traitement aérobie. Les émissions de GES relatives au traitement des eaux usées sont donc uniquement dues aux processus de nitrification et de dénitrification qui génèrent du N₂O.

9.3.1 Procédure de collecte de données

Les données nécessaires au calcul des émissions de GES relatives au traitement des eaux usées sont la taille de la population et la consommation moyenne de protéine. La taille de la population a été fournie par l'Institut de la statistique du Québec¹⁸, alors que la consommation moyenne de protéines a été fournie par Environnement Canada, en fonction de l'année de l'inventaire¹⁹. Cette consommation est tirée des statistiques sur l'alimentation publiées annuellement. Pour ce présent inventaire GES, cette consommation est de 70,81 g/personne/jour.

9.3.2 Traitement des données

Comme la consommation moyenne de protéines au niveau canadien dans le rapport d'inventaire national ne couvre que la période 1990 à 2008, c'est la donnée de 2008 qui a été utilisée. Notons que cette consommation annuelle ne varie pas beaucoup d'année en année.

¹⁸ http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/index.htm

¹⁹ Annexe 3 Rapport d'inventaire national 1990-2008, Partie 2, p.170

9.3.3 Facteurs d'émission GES utilisés

La méthode utilisée pour le calcul de ces émissions de GES est celle utilisée par Environnement Canada dans son rapport d'inventaire national²⁰, qui correspond à celle par défaut du GIEC, qui estime les émissions de GES en prenant pour base la quantité d'azote présent dans les déchets et en posant comme hypothèse qu'une quantité de 0,01 kg N₂O-N/kg d'azote contenu dans les déchets sera produite. Pour estimer la quantité d'azote présente dans les déchets, on présume que les protéines renferment 16 % d'azote²¹, ce qui nous donne un facteur d'émission de 0,00006498 tonne N₂O / habitant.

$$\frac{70,81 \text{ g de protéine}}{\text{personne} \cdot \text{jour}} * \frac{1 \text{ tonne}}{1\,000\,000 \text{ g}} * \frac{365 \text{ jours}}{\text{année}} * \frac{0,01 \text{ kg N}_2\text{O-N}}{\text{kg d'azote}} * \frac{0,16 \text{ kg d'azote}}{\text{kg de protéine}} *$$
$$\frac{44 \text{ kg N}_2\text{O}}{28 \text{ kg N}_2\text{O-N}} = \frac{0,00006498 \text{ tonne N}_2\text{O}}{\text{personne}}$$

9.3.4 Calcul des émissions de GES

Le calcul pour la Ville de Waterloo se fait donc en multipliant sa population par le facteur d'émission du N₂O. Le nombre de tonnes émises est ensuite ramené en CO₂éq, grâce au potentiel de réchauffement du N₂O :

$$\text{Émissions annuelles en tonne CO}_2\text{éq} = 3\,926 \text{ personnes} * \frac{0,00006498 \text{ tonne N}_2\text{O}}{\text{personne}} * 310$$
$$= 79 \text{ tonnes CO}_2\text{éq}$$

²⁰ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 2, p. 170.

²¹ Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Organisation de coopération et de développement économiques et Agence internationale de l'énergie. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/french.htm>



9.3.5 Évaluation de l'incertitude

L'incertitude reliée aux données est faible, car elle concerne la population de la Ville et la consommation moyenne de protéine au Canada. Le même principe s'applique à l'incertitude reliée aux facteurs d'émission, qui sont fonction de la quantité d'azote présent dans les protéines.

9.4 Matières résiduelles

L'enfouissement des matières résiduelles engendre des émissions de CO₂ et de CH₄. Comme les émissions de CO₂ sont dues à la biomasse, elles sont calculées, mais ne sont pas incluses dans le total de l'inventaire GES, selon la norme ISO 14064-1 et le guide de bonnes pratiques du GIEC.

9.4.1 Procédure de collecte de données

Pour calculer les émissions de GES réelles émises en 2009, il faut tenir compte des tonnages de matières envoyées à l'enfouissement depuis 50 ans, selon les recommandations du GIEC. Dans le cas de la Ville de Waterloo, ces tonnages incluent les matières résiduelles résidentielles ainsi que celles provenant des ICI. En effet, les boues des fosses septiques sont traitées par l'usine de traitement des eaux usées de la Ville de Waterloo. De plus, depuis l'ouverture de l'usine de traitement des eaux usées de Waterloo en 1985, deux étangs servant au traitement des eaux usées ont été vidés de leurs boues. Le premier a été vidé en 2007 et les boues ont été valorisées²². Un deuxième étang a été vidé de ses boues en 2009, mais elles n'ont pas été disposées pendant l'année.

Les données concernant les matières résiduelles résidentielles proviennent de différentes sources :

- Stéfanie Tremblay, Chef de projet pour la collecte des ordures et des matières recyclables à la MRC de la Haute-Yamaska

²² Pascale Berthiaume, RIEDSBM, Cowansville.

- 
- Mélanie Genest, Adjointe administrative du site Intersan (Waste Management) à St-Nicéphore

En ce qui concerne les données sur les matières résiduelles provenant des ICI, elles ont été fournies par Mélanie Genest, adjointe administrative du site Intersan (Waste Management) à St-Nicéphore.

9.4.2 Traitement des données

Les données sur les années manquantes (pas documentées par la Ville, la MRC ou le lieu d'enfouissement) ont été estimées à partir de la population de la Ville de Waterloo et d'un tonnage moyen par habitant.

9.4.3 Facteurs d'émission GES utilisés

Les émissions de CO₂ et de CH₄ ont été calculées à l'aide du logiciel LandGEM ((Landfill Gas Emission Model) conçu par l'EPA (Environmental Protection Agency) aux États-Unis²³. Elles sont calculées en considérant deux facteurs :

- L₀ : le potentiel de production de méthane. Ce coefficient varie en fonction de l'année d'enfouissement des déchets²⁴
- k : la constante de vitesse de production de CH₄ annuelle, qui est régie par quatre facteurs soient, la teneur en humidité, la disponibilité des nutriments, le pH et la température. Ce coefficient est de 0,056 an⁻¹ au Québec²⁵

²³ United States Environmental Protection Agency (Office of Research and Development), Landfill Gas Emission Model (LandGEM – version 3.02) [<http://www.epa.gov/ttnca1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>].

²⁴ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 2, p. 156.

²⁵ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 2, p. 158.



9.4.4 Calcul des émissions de GES

LandGEM fournit donc les émissions de CO₂ et de CH₄ émis en 2009 par l'enfouissement des matières résiduelles de la Ville de Waterloo. Comme les deux lieux d'enfouissement où ont été envoyées les matières résiduelles à partir de 1994 (Ste-Cécile-de-Milton et St-Nicéphore) possèdent un système de captage des biogaz²⁶, il faut le considérer afin de calculer la quantité nette de méthane émise. Comme aucun de ces sites n'a pu fournir de données sur la proportion de méthane qui est capté, la moyenne provinciale de 75 % a été considérée aux fins de calcul. Les émissions de CH₄ sont transposées en CO₂éq d'après le potentiel de réchauffement du méthane de 21.

9.4.5 Évaluation de l'incertitude

En ce qui concerne l'incertitude reliée aux données, ces dernières proviennent parfois de bilan annuel, mais parfois d'estimation en fonction de la population. À cause de ces estimations, l'incertitude est considérée comme moyenne. Il est possible d'améliorer cette précision en documentant les tonnages envoyés à l'enfouissement pour tous les ICI (Industries, commerces et institutions) de la Ville de Waterloo. En ce qui a trait à l'incertitude reliée aux facteurs d'émission, ils sont fonction de valeurs propres au Québec. L'incertitude est donc faible à ce niveau.

9.5 Transport routier

La combustion de carburant dans les véhicules des citoyens engendre des émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O.

²⁶ Selon Pierre Parent (Ste-Cécile-de-Milton) et Gerry Pilon (St-Nicéphore).



9.5.1 Procédure de collecte de données

Les émissions de GES dues au transport de la collectivité sont estimées en ramenant à l'échelle de la Ville les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec, en fonction du nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la Ville. Ce nombre de véhicules immatriculés est disponible dans le bilan annuel de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)²⁷, alors que les émissions de GES dues à l'ensemble du Québec sont disponibles dans le rapport d'inventaire national²⁸.

9.5.2 Traitement des données

Comme le nombre de véhicules immatriculés est disponible par MRC, cette donnée a été ramenée à l'échelle de la Ville au prorata des populations. Ce calcul a été fait séparément pour chaque type de véhicule :

- Automobile
- Camion léger
- Motocyclette
- Autobus
- Autobus scolaire
- Camion lourd
- Véhicule hors route

9.5.3 Facteurs d'émission GES utilisés

Aucun facteur d'émission supplémentaire n'a été utilisé pour ce calcul, ces derniers étant intégrés dans les calculs déjà faits par Environnement Canada pour évaluer les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec.

²⁷ Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), Bilan 2009 – Accidents, parc automobile, permis de conduire.

²⁸ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 3, Annexe 15.



9.5.4 Calcul des émissions de GES

Les émissions de GES dues au transport de la collectivité ont donc été estimées en ramenant à l'échelle de la Ville de Waterloo les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec, en fonction du nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la Ville. Voici un exemple de calcul pour les automobiles :

$$\frac{3\,135\,387 \text{ véhicules immatriculés au Québec}}{2\,028 \text{ véhicules immatriculés dans la Ville de Waterloo}} = \frac{10\,806 \text{ ktonnes } CO_2\text{éq au Québec}}{x \text{ ktonnes } CO_2\text{éq pour Waterloo}}$$

$$x = 6\,989 \text{ tonnes } CO_2\text{éq pour Waterloo}$$

Une fois la somme des émissions de GES relatives au transport de la collectivité calculée, ont été soustraites de ce total les émissions de GES dues aux véhicules municipaux et aux véhicules des sous-traitants qui sont situés à Waterloo puisque celles-ci ont déjà été calculées dans l'inventaire corporatif GES.

9.5.5 Évaluation de l'incertitude

Comme les données de consommation de carburant des citoyens ne sont pas disponibles et qu'il faut estimer les émissions de GES en ramenant à l'échelle de la Ville les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec, l'incertitude sur ces émissions est forte. La Ville de Waterloo ne peut entreprendre d'action pour améliorer cette précision. Cependant, dans le but de pouvoir mesurer l'impact d'actions de réduction des émissions de GES dans ce secteur, la Ville pourrait trouver une façon de mettre en relation ces émissions par rapport à des données mesurables. Par exemple, par des études sur la circulation des principales artères ou par des données de vente de carburant au niveau local.

L'incertitude reliée aux facteurs d'émission est la même que celle pour les équipements motorisés municipaux et a été évaluée faible.



10 INCERTITUDE

L'incertitude associée au calcul des émissions de GES contenu dans cet inventaire est d'ordre systématique, parce qu'elle résulte principalement des estimations qui ont dû être réalisées, introduisant ainsi certains biais.

Pour la Ville de Waterloo, ces incertitudes pourraient être diminuées par les mesures suivantes :

- En documentant le tonnage de matières résiduelles résidentielles envoyées à l'enfouissement ainsi que celles provenant des ICI de la Ville de Waterloo.
- En faisant un bilan annuel des HFC contenu dans les systèmes de climatisation (quantité dans les équipements au début de l'année et quantité dans les équipements à la fin de l'année) et en recueillant l'information sur les remplissages durant l'année.
- En comptabilisant les données relatives à l'inventaire GES sur des périodes allant du 1^{er} janvier au 31 décembre, pour éviter l'estimation relative à la remise des données sur 365 jours.
- En comptabilisant les consommations exactes des véhicules municipaux, au lieu du coût mensuel total par département.
- En obtenant les consommations exactes des véhicules des sous-traitants, au lieu du kilométrage parcouru ou du nombre d'heures d'activité.
- En obtenant les données qui ont été jugées confidentielles ou n'ont pu être fournies par certains sous-traitants.

Globalement, nous estimons que l'incertitude reliée à l'inventaire GES corporatif se situe aux environs de $\pm 10 \%$, alors que l'incertitude reliée à l'inventaire GES de la collectivité se situe aux alentours de 20 à 25 %.

11 GESTION DE L'INVENTAIRE GES

Dans le but de réduire l'incertitude qu'elle peut contrôler, la Ville de Waterloo peut mettre en place des systèmes de gestion permettant d'assurer et d'améliorer la qualité de l'inventaire GES. La Figure 11.1 démontre les composantes principales d'un système de gestion de l'inventaire des émissions de GES.

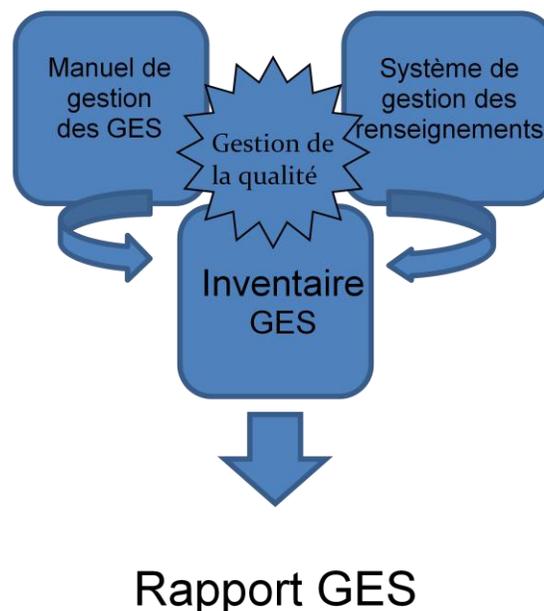


Figure 11.1 : Composantes d'un système de gestion de l'inventaire des émissions de GES

Ces principales composantes sont :

- Manuel de gestion des GES : document de référence qui contient les marches à suivre pour l'ensemble des processus de réalisation de l'inventaire GES de la Ville
- Système de gestion des renseignements sur les GES : contient les données pertinentes à l'inventaire et les marches à suivre pour la gestion de ces données
- Système de gestion de la qualité de l'inventaire GES: processus systématique visant l'amélioration continue de la qualité de l'inventaire GES

Le manuel de gestion des GES contient les politiques, les stratégies et les cibles en matière de GES. Il contient aussi les objectifs et les principes fondamentaux de l'inventaire GES, ainsi que



les marches à suivre concernant la quantification des GES, le système de gestion des renseignements sur les GES et la vérification des GES, si cela est applicable. À l'annexe 4 se trouve un exemple de table des matières d'un manuel de gestion des GES.

Le système de gestion des renseignements sur les GES a pour but de faciliter la surveillance, le contrôle, la consignation et la vérification des données GES. Il comprend :

- Des politiques, processus et méthodes servant à déterminer, gérer et mettre à jour des informations GES
- Des compteurs, appareils de surveillance, registres papier, matériels et logiciels informatiques, chiffriers électroniques, programmes de gestion de l'information, algorithmes de calcul, etc.
- Des données, des reçus, des relevés, des informations compilées, etc.
- Des modes de fonctionnement

Finalement, le système de gestion de la qualité de l'inventaire GES est un processus systématique qui:

- Vise à prévenir et à corriger les erreurs
- Permet d'identifier les opportunités d'amélioration de la qualité de l'inventaire GES
- Assure l'application des 5 principes fondamentaux (pertinence, complétude, cohérence, exactitude, transparence)
- Vise l'amélioration :
 - Des méthodes utilisées (ex. méthodologies de calcul des émissions)
 - Des données utilisées (ex. données d'activités, facteurs d'émissions)
 - Des processus et des systèmes reliés (ex. procédures pour la préparation de l'inventaire GES)
 - De la documentation (ex. manuel de gestion des GES)

Cette gestion de la qualité de l'inventaire GES se fait en sept étapes selon le GHG Protocol :

1. Mettre sur pied une équipe responsable de la qualité de l'inventaire GES

- 
2. Développer un plan de gestion de la qualité de l'inventaire GES
 3. Réaliser des activités de surveillance générales
 4. Réaliser des activités de surveillance spécifiques pour certaines sources d'émission
 5. Réviser les estimations contenues dans l'inventaire GES et les rapports
 6. Mettre en place une procédure de rétroaction auprès des personnes concernées pour implanter les améliorations et corriger les erreurs détectées
 7. Établir des procédures de conservation des informations, de documentation et de communication, tant à l'interne qu'à l'externe

Si elle le juge approprié, la Ville de Waterloo pourrait prévoir, dans son plan d'action visant la réduction de ses émissions de GES, la mise en œuvre d'un processus interne de gestion de l'inventaire GES, afin de maintenir et de mettre à jour celui-ci.

CONCLUSION

L'inventaire des GES émis par la Ville de Waterloo en 2009 a été produit par Enviro-accès. Cet inventaire GES se divise en trois sections : l'inventaire GES corporatif, l'inventaire GES de la collectivité et l'inventaire GES global, qui est la somme des deux premiers. Le transport de la collectivité est la catégorie qui génère le plus d'émission de GES et représente 80,1 % des émissions globales de GES. L'enfouissement des matières résiduelles génère 18,1 % des émissions globales de GES, alors que l'ensemble des émissions corporatives de GES représente 1,8 % des émissions globales de GES, ces dernières étant principalement dues aux équipements motorisés municipaux.

Ces émissions de GES se divisent ainsi, par secteur et par catégorie :

Secteur	Catégorie	CO ₂ (tonne)	CH ₄ (tonne)	N ₂ O (tonne)	HFC (tonne)	CO ₂ éq (tonne)	% du total
Corporatif	Bâtiments municipaux et autres installations	120 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0,0001 (HFC-410a)	126 (incluant électricité)	0,6
	Équipements motorisés municipaux	179	0,008	0,018	0,001 (HFC-134a)	186	0,8
	Traitement des eaux usées	NA	0,0	0,3	NA	79	0,4
Collectivité	Matières résiduelles	CO ₂ provenant de la biomasse	193	NA	NA	4 058	18,1
	Transport collectivité	-	-	-	NA	17 954	80,1
Total						22 403	100

Cet inventaire GES servira de point de départ pour orienter le plan d'action pour la réduction des émissions de GES de la Ville de Waterloo.



Annexes

ANNEXE 1 : TYPES DE VÉHICULES

Environnement Canada décrit comme suit les différentes catégories de véhicule, qui servent à déterminer le facteur d'émission approprié.

Catégorie	Description
Automobile	< 3 900 kg, moins de 12 passagers
Camion léger	< 3 900 kg, type fourgonnette, camionnette ou 4x4
Véhicule lourd	> 3 900 kg, transport de marchandise ou plus de 12 passagers
Motocyclette	< 680 kg, pas plus de 3 roues

Au niveau des véhicules à moteur diesel et des véhicules lourds à essence, les coefficients d'émissions diffèrent en fonction des types de dispositif antipollution. Ces types de dispositif varient d'après l'année de fabrication du véhicule, comme le démontre le tableau suivant :

Type de véhicule	Dispositif antipollution	Année
Véhicules lourds à essence	Aucun système dépolluant	1960-1984
	Système non catalytique	1985-1995
	Convertisseur catalytique à trois voies	1996-2008
Véhicules lourds à moteur diesel	Aucun système dépolluant	1960-1982
	Système dépolluant d'efficacité moyenne	1983-1995
	Système dépolluant perfectionné	1996-2008
Automobiles et camions légers à moteur diesel	Aucun système dépolluant	1960-1982
	Système dépolluant d'efficacité moyenne	1983-1995
	Système dépolluant perfectionné	1996-2008

Source : Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, Tableau A2-4

ANNEXE 2 : LISTE DES ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX DE LA VILLE DE WATERLOO

Description	# Équipement	Service
Camion 6 roues, International 70s	2	Travaux publics
Camion utilitaire, Ford F-550 DRW	3	Travaux publics
Camion 6 roues, International 40s	7	Travaux publics
Camion cube 16', Ford CTV	11	Travaux publics
Pick-up, Ford F-150	21	Travaux publics
Pick-up, Ford Ranger	28	Travaux publics
Tracteur patinoire extérieure, Massey-Ferguson	32	Travaux publics
Tracteur à pelouse, Kubota F2100	33	Travaux publics
Rouleau à asphalte, Pavem 2100E	34	Travaux publics
Rétro caveuse, John Deer 410G	35	Travaux publics
Resurfaceuse, Zamboni	50	Travaux publics
Tracteur à trottoir, Hurliman H476X	31	Travaux publics
Pontiac Wave	30	Urbanisme
Pompe d'attaque principale, Pierce	271	Service incendies
Pompe d'attaque secondaire, Freightliner MCV	272	Service incendies
Échelle aérienne, Thibault	471	Service incendies
Tanker, Rosen Bauer LA41G	671	Service incendies
Véhicule d'intervention PR, Dodge Caravan	945	Premiers répondants



ANNEXE 3 : LISTE DES BÂTIMENTS ET AUTRES INSTALLATIONS

Bâtiments et autres installations
Caserne, incendie
Puits Allen
Garage municipal
Hôtel de Ville
Poste S.Q.
Usine d'épuration
Maison de la Culture
Station de pompage Fulford
Puits du lac
Usine de filtration
Station de pompage Allen
Kiosque touristique
Garage municipal
Terrain de balle
Parc Âge d'or
Ancienne caserne
Cour municipale
Tennis
Skate Park
Annonce ville
Réservoir
Aréna
Fontaine
Aqueduc Victoria et poste de surpression
Éclairage de rue
Tour Clark
Débitmètre
Station pompage Southern
Feux de circulation
Aérateurs



ANNEXE 4 : EXEMPLE DE TABLE DES MATIÈRES D'UN MANUEL DE GESTION DES GES

- Introduction
- But, objectifs et principes fondamentaux de l'inventaire GES
 - Période de déclaration
 - Utilisateurs prévus
 - Public
 - Gestionnaires internes
 - Organisme demandant la déclaration (s'il y a lieu)
 - Autres parties intéressées
 - Normes et protocoles utilisés
 - Ex. norme ISO 14064-1, Programme Climat municipalités
 - Limites de l'organisation
 - Approche de consolidation utilisée (approche fondée sur le contrôle dans le cas de la Ville de Waterloo)
 - Région géographique comprise dans les limites
- Politiques, stratégies et cibles en matière de GES
- Quantification des GES
 - Année de référence historique
 - Traitement des émissions de GES attribuables à la biomasse
 - Traitement des absorptions
 - Critères de sélection des méthodologies de quantification utilisées
 - Méthodes de cueillette des données
 - Méthodes de calcul
 - Facteurs d'émissions utilisés, incluant leurs sources et références
 - Lignes directrices de bonnes pratiques utilisées
- Système de gestion des renseignements sur les GES
 - Description
 - Endroit où les données brutes des inventaires se trouvent
 - Endroit où les rapports préliminaires et les feuilles de calculs se trouvent
- Plans de surveillance et de cueillette des données
 - Personnes responsables de la cueillette, du traitement, de la compilation des renseignements, de l'archivage
 - Renseignements relatifs aux équipements utilisés
 - Calibrage et entretien
 - Assurance qualité et contrôle de la qualité
- Traitement et stockage des données
 - Endroit et durée de conservation
 - Sécurité et procédures d'accès
- Marches à suivre relatives à la déclaration des GES
 - Rapports GES destinés au public
 - Rapports GES destinés à la gestion interne
 - Rapports de vérification

- 
- Procédures de mise à jour de l'inventaire GES
 - Marches à suivre relatives à la vérification
 - Norme ou protocole utilisé pour la vérification
 - Objectifs et critères de vérification
 - Niveau d'assurance
 - Choix du vérificateur