

2010

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Municipalité de Saint-Antonin

Présenté à :

Monsieur Jean Labonne
Directeur des travaux publics

261, rue Principale
Saint-Antonin, Québec
G0L 2J0

Téléphone : 418.862.1056 poste 21

Télécopieur : 418.862.3268

jeanlabonne@municipalitedesaintantonin.qc.ca



Par :

Enviro-accès inc.



Mai 2012

Cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Municipalité de Saint-Antonin a été préparé conformément à la norme ISO 14 064-1 et aux exigences supplémentaires du programme Climat municipalités du gouvernement du Québec. La Municipalité de Saint-Antonin a émis un total de 24 609 tonnes CO₂éq du 1^{er} janvier au 31 décembre 2010.

Enviro-accès inc.



SOMMAIRE

La Municipalité de Saint-Antonin 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 Municipalité de Saint-Antonin est la compilation des principales émissions de GES émises par la Municipalité et ses citoyens durant l'année 2010, 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 de 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 Municipalité de Saint-Antonin regroupe les émissions de GES issues des services gérés par la Municipalité 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 62 % des émissions, alors que suivent le traitement des eaux usées avec 32 % et les bâtiments municipaux avec 7 %.

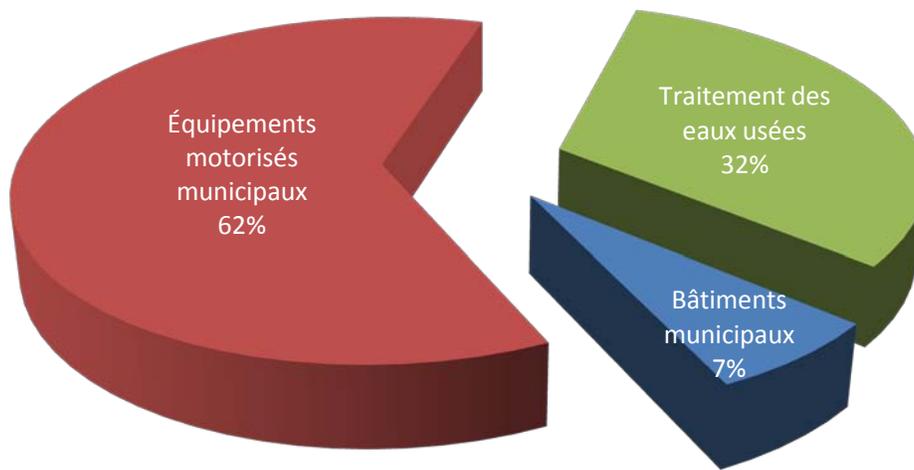


Figure 1 : Distribution des émissions de GES du secteur corporatif pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Ainsi, les équipements motorisés municipaux ont émis 242 tonnes de CO₂éq en 2010, alors que le traitement des eaux usées a émis 124 tonnes de CO₂éq et les bâtiments municipaux 27 tonnes de CO₂éq. Le total des émissions de GES du secteur corporatif se chiffre à 394 tonnes de CO₂éq en 2010. 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	2	7
	Gaz naturel	0	0	0	NA	0	
	Propane	22	0,0003	0,002	NA	22	
	Mazout	3	0,00002	0,00003	NA	3	
	Réfrigérant (R22)	NA	NA	NA	0	0	
Équipements motorisés municipaux	Essence	21	0,0017	0,0023	NA	21	62
	Diesel	211	0,010	0,018	NA	217	
	Propane	0	0	0	NA	0	
	Biocarburant	0	0	0	NA	0	
	Réfrigérant (HFC-134a)	NA	NA	NA	0,003	4	
Traitement des eaux usées		NA	3,6	0,2	NA	124	32
Total						394	100

L'inventaire GES de la collectivité de la Municipalité de Saint-Antonin 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 96 % des émissions de GES de la collectivité, alors que l'enfouissement des matières résiduelles représente 4 % de ces émissions.

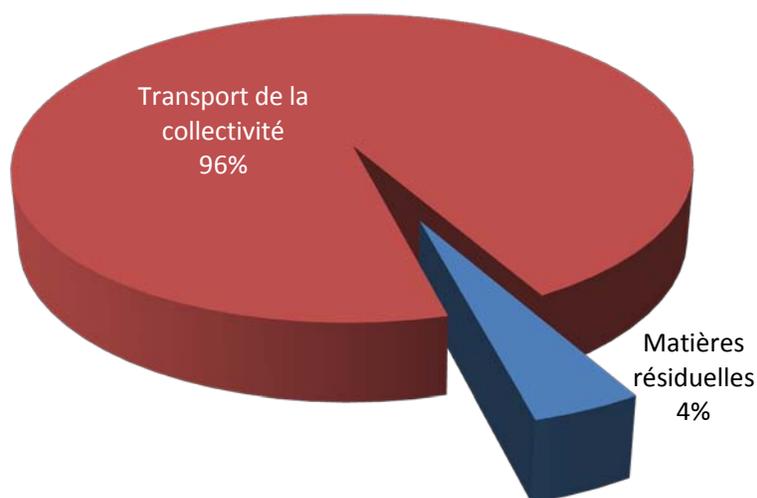


Figure 2 : Distribution des émissions de GES de la collectivité pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Ainsi, l'enfouissement des matières résiduelles a émis 1 024 tonnes de CO₂éq en 2010 (émission de CH₄), ainsi que 446 tonnes de CO₂ qui ne sont pas comptabilisées (voir méthodologie), car elles proviennent de la biomasse. Le transport de la collectivité a émis 23 191 tonnes de CO₂éq en 2010, en excluant les véhicules municipaux. 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	446	NA
	CH ₄	1 024	4
Transport collectivité	Automobile	5 847	96
	Camion léger	5 266	
	Motocyclette	61	
	Autobus	89	
	Autobus scolaire	122	
	Camion lourd	6 915	
	Véhicule hors-route	4 890	
Total (excluant les véhicules corporatifs et le CO ₂ provenant de la biomasse)		24 215	100

L'inventaire GES global de la Municipalité de Saint-Antonin 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 94,2 % des émissions globales de GES de la Municipalité de Saint-Antonin en 2010. L'enfouissement des matières résiduelles génère quant à lui 4,2 % des émissions globales de GES. Finalement, l'ensemble des émissions corporatives de GES représente 1,6 % des émissions globales de GES. Le tableau 3 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des catégories.

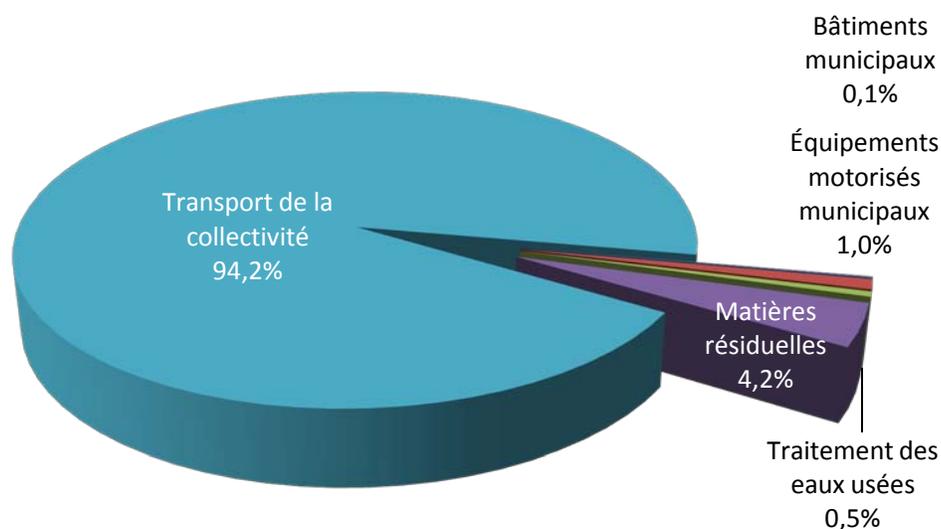


Figure 3 : Distribution des émissions globales de GES pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Tableau 3 : Émissions globales pour chaque GES par catégorie pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

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	24 (excluant électricité)	0,0004 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0 (R22)	27 (incluant électricité)	0,1
	Équipements motorisés municipaux	232	0,01	0,02	0,003 (HFC-134a)	242	1,0
	Traitement des eaux usées	NA	3,6	0,2	NA	124	0,5
Collectivité	Matières résiduelles	CO ₂ provenant de la biomasse	49	NA	NA	1 024	4,2
	Transport collectivité	-	-	-	NA	23 191	94,2
Total						24 609	100

En intensité, la Municipalité de Saint-Antonin a émis 0,10 tonne de CO₂éq par habitant en 2010 au niveau corporatif, 6,08 tonnes de CO₂éq par habitant au niveau de la collectivité et 6,18 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 Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Inventaire	CO ₂ éq (tonne/habitant)
Corporatif	0,10
Collectivité	6,08
Global	6,18



Table des matières

1	INTRODUCTION	2
2	MUNICIPALITÉ DE SAINT-ANTONIN	6
3	DESCRIPTION DE L'INVENTAIRE GES	8
3.1	PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL.....	8
3.2	PÉRIODE DE DÉCLARATION	10
3.3	PÉRIMÈTRE OPÉRATIONNEL.....	10
3.4	INCERTITUDE	14
4	DESCRIPTION DE L'ORGANISME RÉDIGEANT LE RAPPORT	17
5	ÉQUIPE RESPONSABLE DE L'INVENTAIRE GES	18
6	INVENTAIRE GES CORPORATIF	19
6.1	BÂTIMENTS MUNICIPAUX ET AUTRES INSTALLATIONS	22
6.2	ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX	23
6.2.1	Champ 2 : sous-traitants.....	27
6.3	TRAITEMENT DES EAUX USÉES	28
7	INVENTAIRE GES DE LA COLLECTIVITÉ	29
7.1	MATIÈRES RÉSIDUELLES	30
7.2	TRANSPORT ROUTIER	31
8	INVENTAIRE GES GLOBAL	31
9	MÉTHODOLOGIE	34
9.1	BÂTIMENTS MUNICIPAUX ET AUTRES INSTALLATIONS	34
9.1.1	Procédure de collecte de données.....	34
9.1.2	Traitement des données	35
9.1.3	Facteurs d'émission GES utilisés	35
9.1.4	Calcul des émissions de GES.....	36
9.1.5	Évaluation de l'incertitude	37
9.2	ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX	38
9.2.1	Procédure de collecte de données.....	38
9.2.2	Traitement des données	39
9.2.3	Facteurs d'émission GES utilisés	39
9.2.4	Calcul des émissions de GES.....	41
9.2.5	Évaluation de l'incertitude	42
9.2.6	Sous-traitants.....	43
9.3	TRAITEMENT DES EAUX USÉES	45
9.3.1	Procédure de collecte de données.....	45
9.3.2	Traitement des données	46
9.3.3	Facteurs d'émission GES utilisés	46
9.3.4	Calcul des émissions de GES.....	47
9.3.5	Évaluation de l'incertitude	47
9.4	MATIÈRES RÉSIDUELLES	48
9.4.1	Procédure de collecte de données.....	48
9.4.2	Traitement des données	48
9.4.3	Facteurs d'émission GES utilisés	49

9.4.4	Calcul des émissions de GES.....	49
9.4.5	Évaluation de l'incertitude	50
9.5	TRANSPORT ROUTIER	50
9.5.1	Procédure de collecte de données.....	50
9.5.2	Traitement des données	50
9.5.3	Facteurs d'émission GES utilisés	51
9.5.4	Calcul des émissions de GES.....	51
9.5.5	Évaluation de l'incertitude	52
10	INCERTITUDE	53
11	GESTION DE L'INVENTAIRE GES.....	54
	CONCLUSION	57
	ANNEXE 1 : TYPES DE VÉHICULES	59
	ANNEXE 2 : LISTE DES ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX DE LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ANTONIN.....	60
	ANNEXE 3 : LISTE DES BÂTIMENTS ET AUTRES INSTALLATIONS.....	61
	ANNEXE 4 : EXEMPLE DE TABLE DES MATIÈRES D'UN MANUEL DE GESTION DES GES.....	62



Liste des figures

Figure 1.1 : Écarts des températures annuelles du Canada et tendance à long terme, 1948-2008 .	2
Figure 2.1 : Municipalité de Saint-Antonin	7
Figure 3.1 : Illustration des secteurs et des champs de l'inventaire GES	9
Figure 3.2 : Catégories d'émissions de GES de la Municipalité de Saint-Antonin.....	12
Figure 3.3 : Types d'incertitudes	15
Figure 6.1 : Distribution des émissions corporatives de GES pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010.....	19
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	21
Figure 6.3 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux bâtiments municipaux	22
Figure 6.4 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux.....	24
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.....	26
Figure 6.6 Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés des sous-traitants de la Municipalité de Saint-Antonin	27
Figure 7.1 : Distribution des émissions de GES de la collectivité pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010.....	29
Figure 8.1 : Distribution des émissions globales de GES pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010.....	32
Figure 11.1 : Composantes d'un système de gestion de l'inventaire des émissions de GES	54



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	20
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	21
Tableau 6.3 : Émissions corporatives de GES par sous-catégories d’émission pour les bâtiments municipaux et autres installations	23
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 des sous-traitants de la Municipalité de Saint-Antonin	27
Tableau 7.1 : Émissions par catégorie pour l’inventaire GES de la collectivité.....	30
Tableau 7.2 : Émissions de GES dues à l’enfouissement des matières résiduelles	30
Tableau 7.3 : Nombre de véhicules immatriculés et émissions de GES par type de véhicule	31
Tableau 8.1 : Émissions globales pour chaque GES par catégorie pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010.....	33
Tableau 8.2: Émissions de GES par habitant pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010....	33
Tableau 9.1 : Consommation annuelle pour les sources de combustion fixe pour Saint-Antonin en 2010.....	35
Tableau 9.2 : Facteurs d’émission GES pour les véhicules	40
Tableau 9.3 : Valeur des variables pour la climatisation mobile.....	42

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. Cette augmentation en concentration a un impact direct sur les changements climatiques. En effet, de nombreuses conséquences sont à prévoir, par exemple 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.

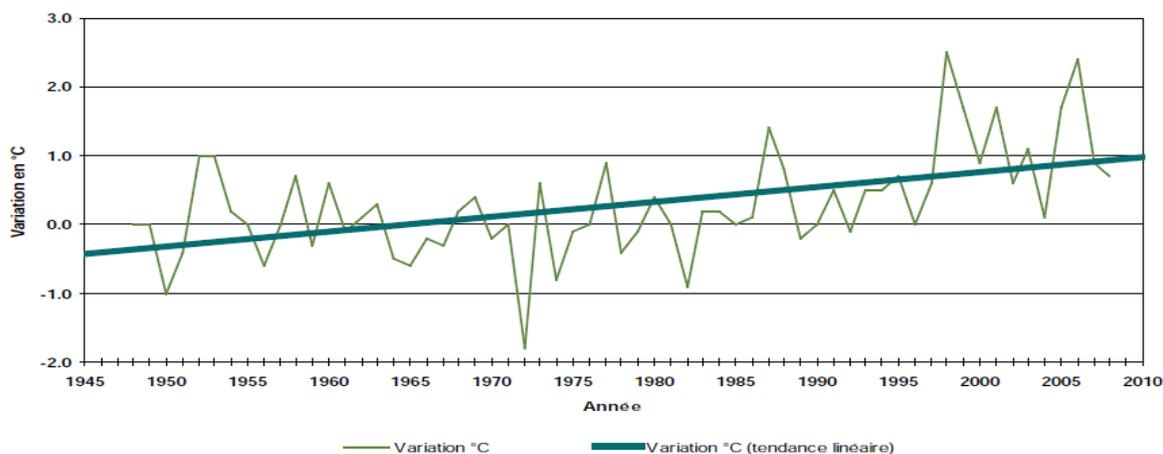


Figure 1.1 : Écarts des températures annuelles du Canada et tendance à long terme, 1948-2008³

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



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 climatiques⁴.

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.

La Municipalité de Saint-Antonin 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 a été fait pour l'année 2010, 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 Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009a). Programme Climat municipalités. Cadre normatif

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 ₂	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 Municipalité de Saint-Antonin. 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 MUNICIPALITÉ DE SAINT-ANTONIN

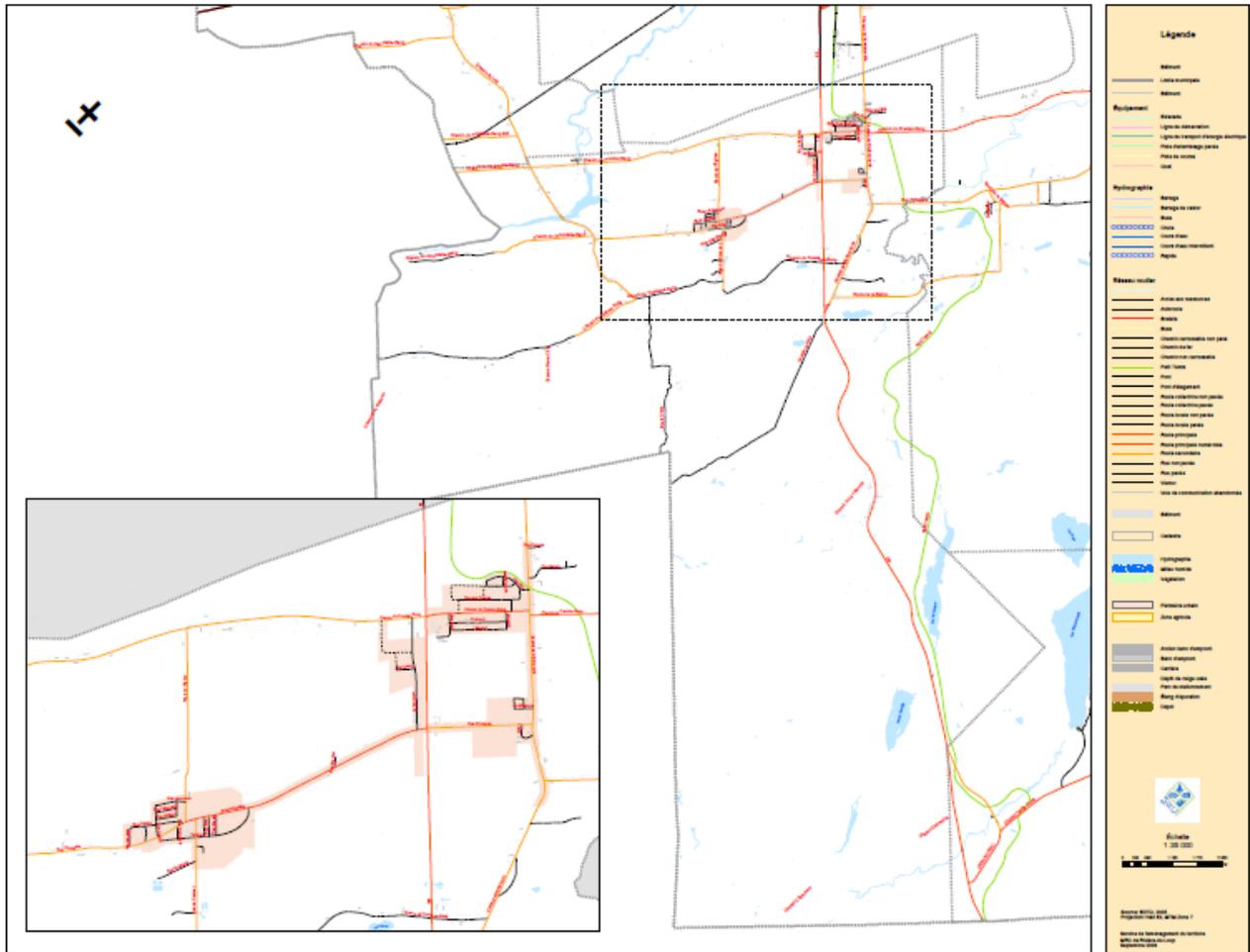
Située seulement à 7 km au sud de Rivière-du-Loup et à quelques dizaines de kilomètres du Nouveau-Brunswick, Saint-Antonin présente une position de carrefour enviable. Les tourbières occupent une partie importante du territoire et n'ont jamais cessé d'être exploitées depuis 1945. Les produits de tourbe y connaissent par conséquent un développement et une transformation sans précédent.

Au même rythme que sa population augmente, la Municipalité de Saint-Antonin voit également son activité économique se diversifier. À l'agriculture se sont ajoutées des activités industrielles, commerciales et touristiques et ce grâce à une situation géographique privilégiée et à l'abondance des ressources naturelles telles que le bois, la tourbe et le gravier.

Enfin, au début des années 1970, la construction de l'autoroute transcanadienne 185 qui relie le Québec au Nouveau-Brunswick est venue confirmer le territoire de Saint-Antonin comme carrefour stratégique pour le transport des biens et des personnes. Le fait que cette autoroute traverse en son centre la Municipalité de Saint-Antonin lui permet de développer de nombreuses activités reliées au transport et d'accueillir des entreprises désirant se localiser le long de grands axes routiers.

La figure 2.1 présente le territoire à l'étude, soit les limites actuelles de la Municipalité de Saint-Antonin.

Figure 2.1 : Municipalité de Saint-Antonin





3 DESCRIPTION DE L'INVENTAIRE GES

L'inventaire GES de la Municipalité de Saint-Antonin est la compilation des principales émissions de GES émises par la Municipalité et ses citoyens durant l'année 2010, 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 Municipalité de Saint-Antonin 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 Municipalité de Saint-Antonin exerce un contrôle direct
- Champ 2 : activités données en sous-traitance

Le champ 1 regroupe les activités sur lesquelles la Municipalité de Saint-Antonin exerce un contrôle direct, 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.

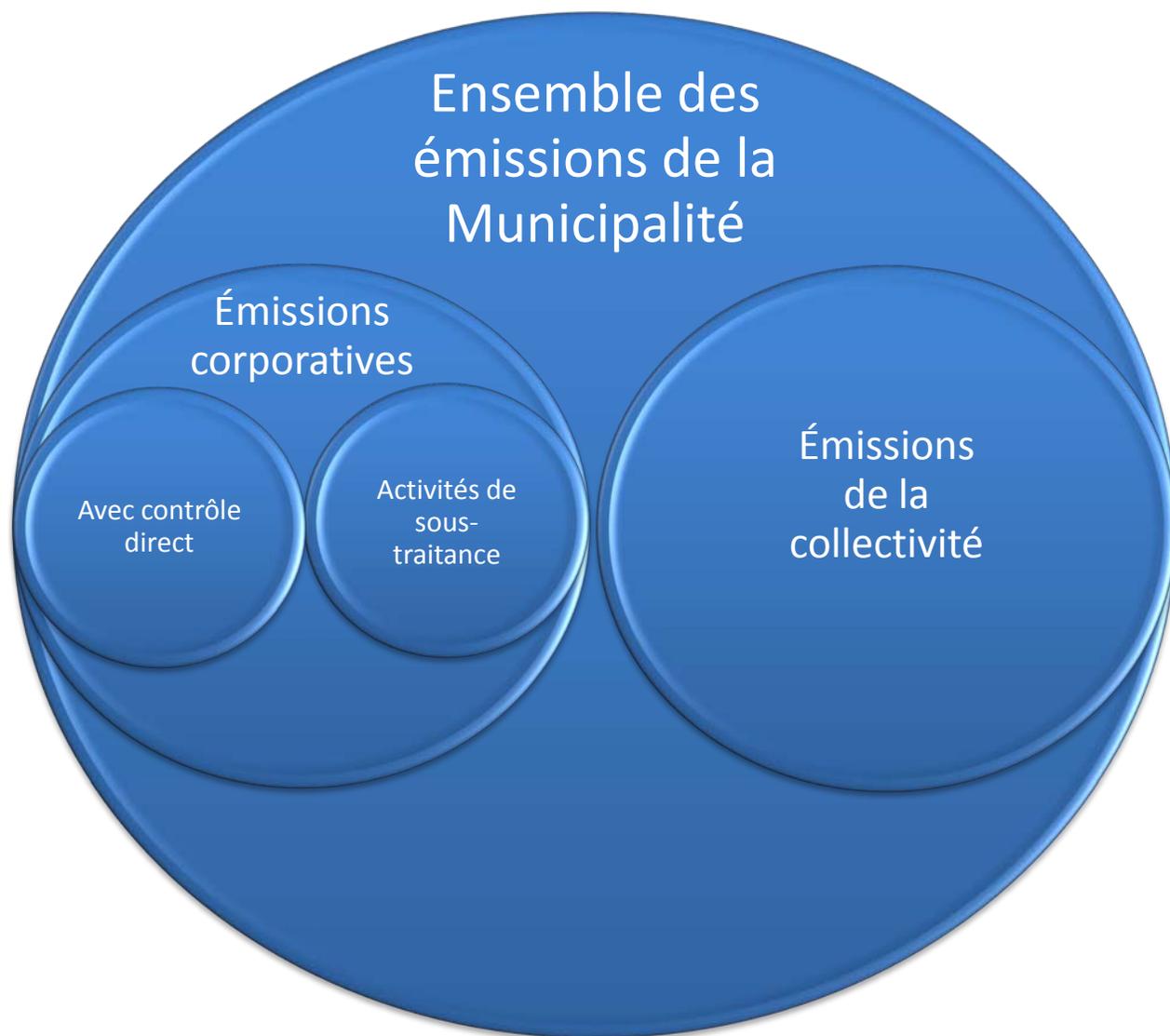


Figure 3.1 : Illustration des secteurs et des champs de l'inventaire GES



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 2010.

3.3 Périmètre opérationnel

Les catégories de sources d'émission de GES de la Municipalité de Saint-Antonin 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 Municipalité de Saint-Antonin.

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 Municipalité de Saint-Antonin.

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 GES⁶. Dans le présent inventaire, il s'agit du CO₂ produit suite à l'enfouissement des matières résiduelles.

⁶ 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.

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
- 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

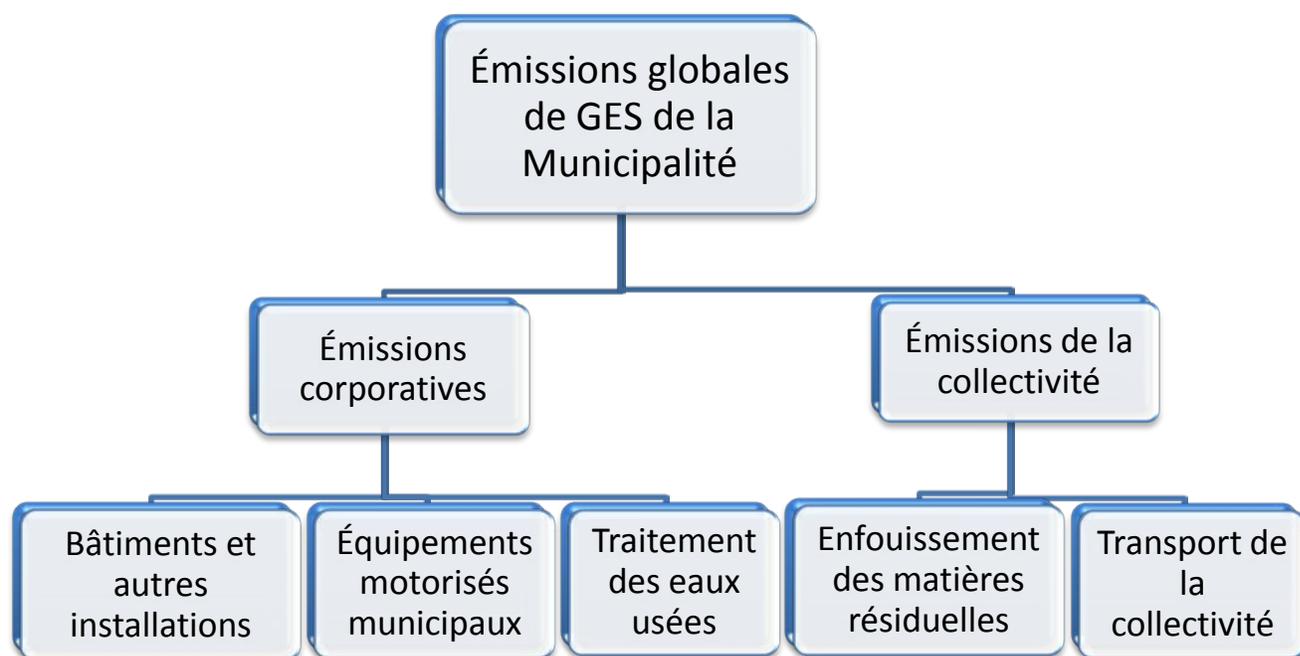


Figure 3.2 : Catégories d'émissions de GES de la Municipalité de Saint-Antonin



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 Municipalité de Saint-Antonin, il s'agit donc des combustibles fixes (propane et mazout), des combustibles mobiles (essence et diesel) et des émissions fugitives (systèmes de climatisation).

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 Municipalité de Saint-Antonin, 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 Municipalité de Saint-Antonin, 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 Sanibel pour la collecte des ordures et la collecte sélective (personne-ressource : Patrick Ouellet).
- Fauchage : le fauchage sur le bord du chemin est assuré par l'entreprise Fauchage Denis Bastille. La personne-ressource pour ce service est Denis Bastille.



3.4 Incertitude

Il existe plusieurs sortes d'incertitude reliées aux inventaires des GES⁷. 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 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.

⁷ GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty

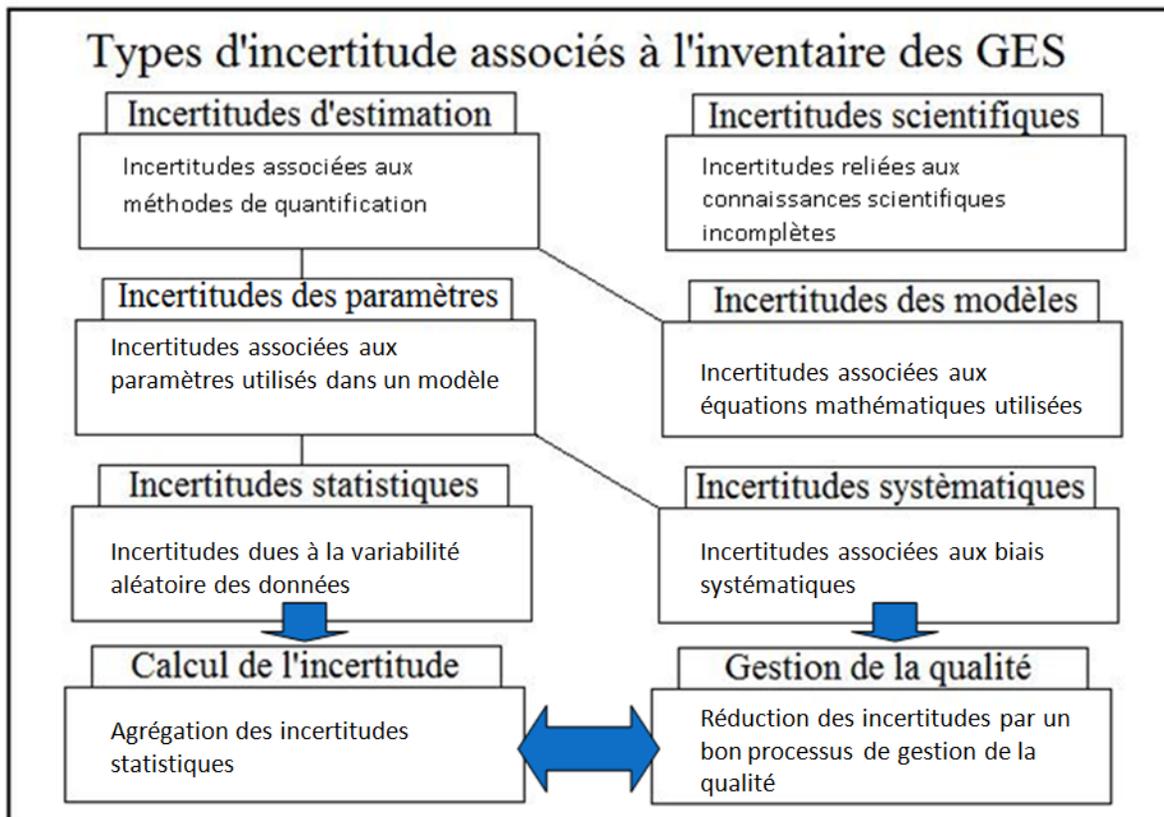
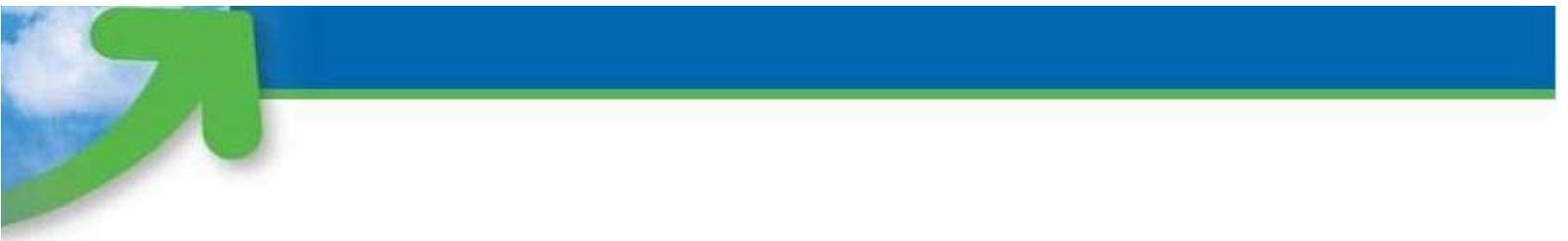


Figure 3.3 : Types d'incertitudes⁸

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 Municipalité de Saint-Antonin, 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.

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

⁸ Inspiré de la figure 1 du GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty



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 incertitudes⁹ 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%

⁹ 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 1993 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* a obtenu son 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

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

Au niveau de la Municipalité de Saint-Antonin, Jean Labonne 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
Jean Labonne	Directeur des travaux publics de Saint-Antonin	418.862.1056 poste 21 cell : 418.860.9879
Isabelle Tardif	Secrétaire de Saint-Antonin	418.862.1056
Patrick Ouellet	Collecte des matières résiduelles (Sanibel)	418.862.9017 418 860.1143
Denis Bastille	Fauchage sur le bord du chemin (Fauchage Denis Bastille)	418.860.0089
Éric Côté	Ville de Rivière-du-Loup	418.867.6700

6 INVENTAIRE GES CORPORATIF

L'inventaire GES corporatif de la Municipalité de Saint-Antonin regroupe les émissions de GES issues des services gérés par la Municipalité 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 municipaux prédominent avec 62 % des émissions corporatives de GES, suivent le traitement des eaux usées qui a émis 32 % de ces émissions, et finalement les bâtiments municipaux, qui représentent 7 %.

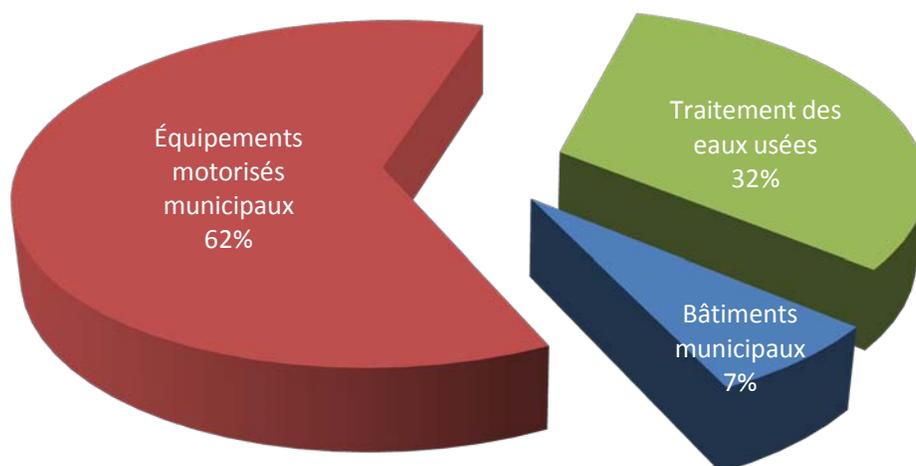


Figure 6.1 : Distribution des émissions corporatives de GES pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Ainsi, les équipements motorisés municipaux ont émis 242 tonnes de CO₂éq en 2010, alors que le traitement des eaux usées et les bâtiments municipaux ont émis respectivement 124 et 27 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	2	7
	Gaz naturel	0	0	0	NA	0	
	Propane	22	0,0003	0,002	NA	22	
	Mazout	3	0,00002	0,00003	NA	3	
	Réfrigérant (R22)	NA	NA	NA	0	0	
Équipements motorisés municipaux	Essence	21	0,0017	0,0023	NA	21	62
	Diesel	211	0,010	0,018	NA	217	
	Propane	0	0	0	NA	0	
	Biocarburant	0	0	0	NA	0	
	Réfrigérant (HFC-134a)	NA	NA	NA	0,003	4	
Traitement des eaux usées		NA	3,6	0,2	NA	124	32
Total						394	100

Comme l'inventaire GES corporatif regroupe les émissions de GES issues des services gérés par la Municipalité (champ 1) et ceux donnés en sous-traitance (champ 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 2010. Le total des émissions corporatives de GES qui sont relatives au champ 1 (contrôle direct) se chiffre à 238 tonnes CO₂éq, alors que le total des émissions corporatives de GES qui sont relatives au champ 2 (sous-traitants) se chiffre à 155 tonnes CO₂éq.

Les émissions de GES du champ 2 sont dues aux équipements motorisés et au traitement des eaux usées de par la nature même des services que la Municipalité de Saint-Antonin donne en sous-traitance.

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	27	61
	Équipements motorisés municipaux	162	
	Traitement des eaux usées	49	
2. Sous-traitants	Bâtiments municipaux et autres installations	0	39
	Équipements motorisés municipaux	80	
	Traitement des eaux usées	75	
Total corporatif		394	100

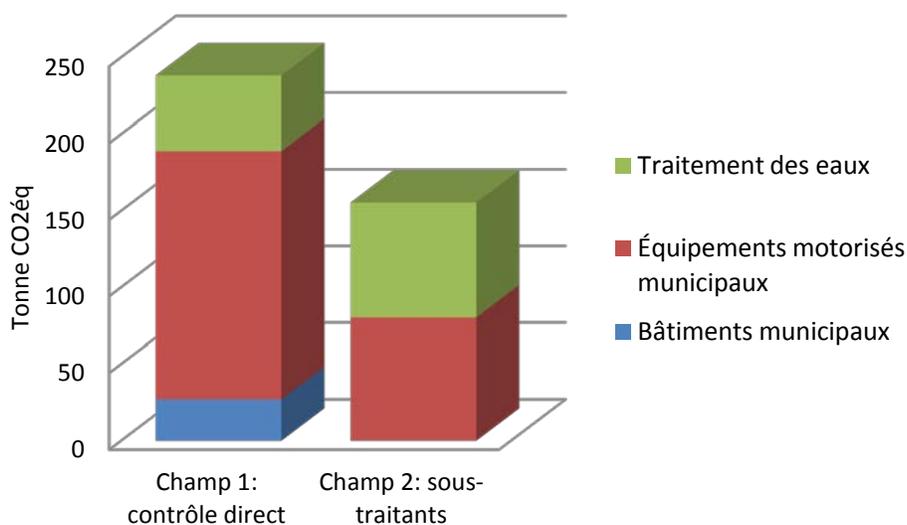


Figure 6.2 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour l'ensemble des émissions corporatives de GES

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 propane et de mazout, les émissions indirectes de GES reliées 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 propane sont prédominantes à ce niveau avec 83 % des émissions dues aux bâtiments. La consommation de mazout génère 10 % de ces émissions, alors que la consommation d'électricité génère 7 %. Les émissions fugitives de GES dues aux réfrigérants contenus dans les systèmes de climatisation des bâtiments ne sont pas incluses dans ce total, car les réfrigérants utilisés par la Municipalité de Saint-Antonin ne sont pas des GES considérés dans le protocole de Kyoto (voir section 9 pour les détails). Finalement, il n'y a pas de gaz naturel utilisé par la Municipalité de Saint-Antonin, au niveau des bâtiments.

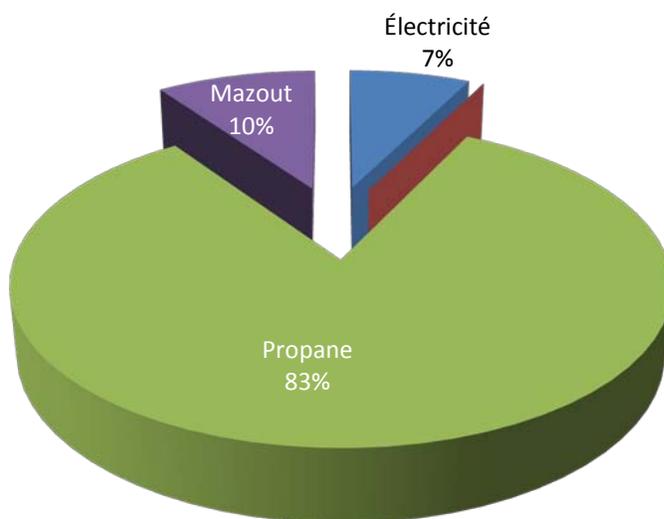


Figure 6.3 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux bâtiments municipaux

Le tableau 6.3 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des sous-catégories d'émissions. Le propane prédomine avec 22 tonnes de CO₂éq pour l'année 2010, alors que la consommation de mazout suit avec 3 tonnes de CO₂éq. Dans le cas des sources d'émission directe (propane et mazout) c'est toujours le CO₂ qui est le GES principalement

émis. Dans le chiffrer fourni à la Municipalité de Saint-Antonin, 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	2	7
Gaz naturel	0	0	0	NA	0	0
Propane	22	0,0003	0,002	NA	22	83
Mazout	3	0,00002	0,00003	NA	3	10
Réfrigérant (R22)	NA	NA	NA	0	0	0
Total					27	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 et de diesel 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 89,5 % des émissions de GES dues aux équipements motorisés. La consommation d'essence est responsable de 8,9 % de ces émissions alors que les réfrigérants des systèmes de climatisation sont responsables de 1,6 %. Il n'y a pas de biocarburant utilisé par la Municipalité de Saint-Antonin en 2010. La figure 6.4 démontre cette distribution.

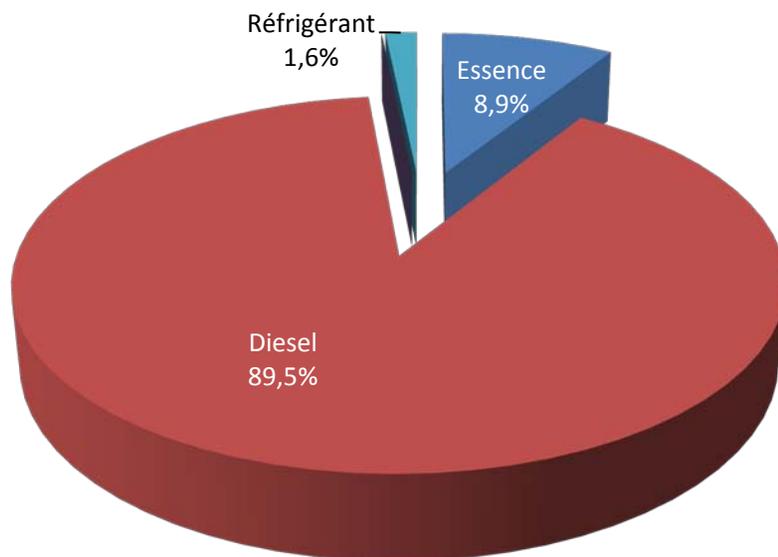


Figure 6.4 : Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux

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 2010 à 217 tonnes de CO₂éq pour le diesel et à 21 tonnes de CO₂éq pour l'essence. Dans les deux cas, c'est le CO₂ qui est le GES qui prédomine. 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 4 tonnes de CO₂éq en 2010.

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	21	0,002	0,002	NA	21	8,9
Diesel	211	0,01	0,02	NA	217	89,5
Propane	0	0	0	NA	0	0
Biocarburant	0	0	0	NA	0	0
Réfrigérant (HFC-134a)	NA	NA	NA	0,003	4	1,6
Total					242	100

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

En ce qui concerne la consommation d'essence, les sous-traitants n'émettent pas de GES. Il n'y a que les véhicules municipaux qui consomment de l'essence (21 tonnes CO₂éq).

En ce qui concerne la consommation de diesel, les sous-traitants émettent moins de GES que la Municipalité (79 tonnes CO₂éq par rapport à 137 tonnes CO₂éq). Les émissions fugitives de GES relatives aux systèmes de climatisation sont minimales dans les deux cas. Au total, les sous-traitants émettent beaucoup moins de GES dus aux équipements motorisés que la Municipalité (80 tonnes CO₂éq par rapport à 162 tonnes CO₂éq).

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	21	67
	Diesel	137	
	Propane	0	
	Biocarburant	0	
	Réfrigérant	3	
2. Sous-traitants	Essence	0	33
	Diesel	79	
	Propane	0	
	Biocarburant	0	
	Réfrigérant	1	
Total		242	100

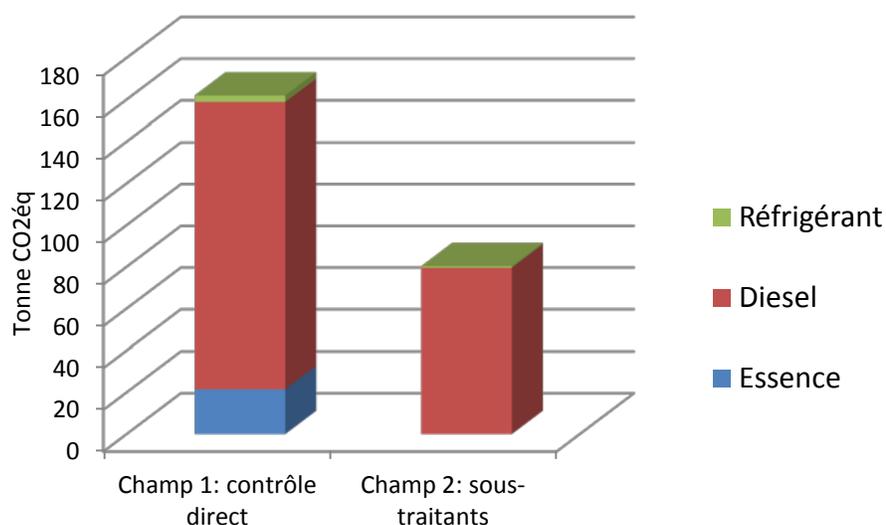


Figure 6.5 : Comparaison des émissions de GES des champs 1 (contrôle direct) et 2 (sous-traitants) pour les émissions corporatives de GES dues aux équipements motorisés

6.2.1 Champ 2 : sous-traitants

Au niveau des sous-traitants, comme on le constate sur la figure 6,6, c'est le service de collecte des matières résiduelles qui émet le plus de GES avec 79 %. Les quantités de GES émis par chacun des sous-traitants sont détaillées dans le tableau 6.6.

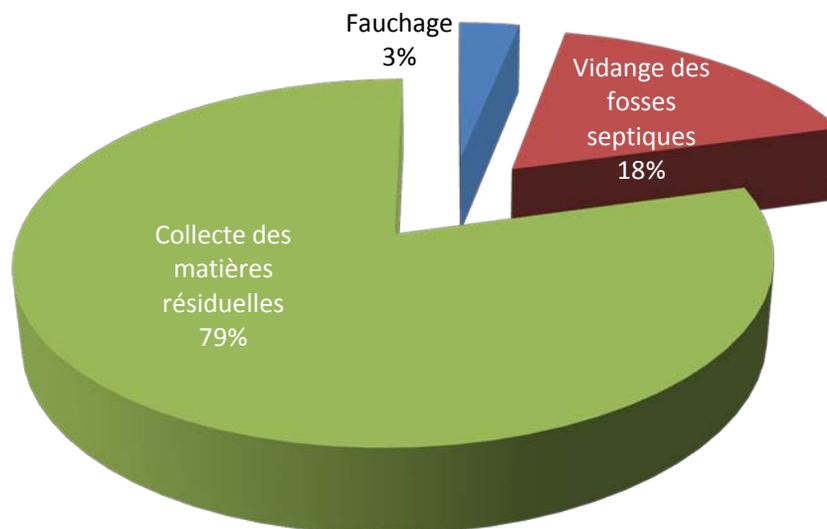


Figure 6.6 Distribution des émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés des sous-traitants de la Municipalité de Saint-Antonin

Tableau 6.6 : Émissions corporatives de GES relatives aux équipements motorisés municipaux des sous-traitants de la Municipalité de Saint-Antonin

Sous-traitant	Total des émissions (tonne CO ₂ éq)
Collecte des matières résiduelles	64
Vidange des fosses septiques	14
Fauchage	3
Total:	80



6.3 Traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées se fait partiellement dans des étangs aérés qui appartiennent à la Municipalité de Saint-Antonin, puisque 644 habitations possèdent leurs propres fosses septiques. Les émissions de GES dues au traitement dans les étangs aérés sont donc comptabilisées dans le champ 1 et les émissions fugitives des fosses septiques sont comptabilisées dans le champ 2.

Au niveau des étangs aérés, comme il s'agit d'un traitement aérobie, il n'y a pas de méthane (CH_4) émis lors de ce traitement. Les émissions de GES relatives au traitement des eaux usées par les étangs aérés sont donc dues uniquement aux processus de nitrification et de dénitrification qui génèrent du N_2O . Ces émissions se chiffrent à 0,16 tonne de N_2O pour l'année 2010, ce qui correspond à 49 tonnes de $\text{CO}_2\text{éq}$.

D'autre part, les fosses septiques fonctionnent en mode anaérobie et émettent donc du CH_4 . Ces émissions se chiffrent à 3,6 tonnes de CH_4 pour l'année 2010, ce qui correspond à 75 tonnes de $\text{CO}_2\text{éq}$.

Le total des émissions de GES relatives au traitement des eaux usées pour l'année 2010 est donc de 124 tonnes de $\text{CO}_2\text{éq}$.

7 INVENTAIRE GES DE LA COLLECTIVITÉ

L'inventaire GES de la collectivité de la Municipalité de Saint-Antonin 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 96 % des émissions de GES de la collectivité, alors que l'enfouissement des matières résiduelles représente 4 % de ces émissions.

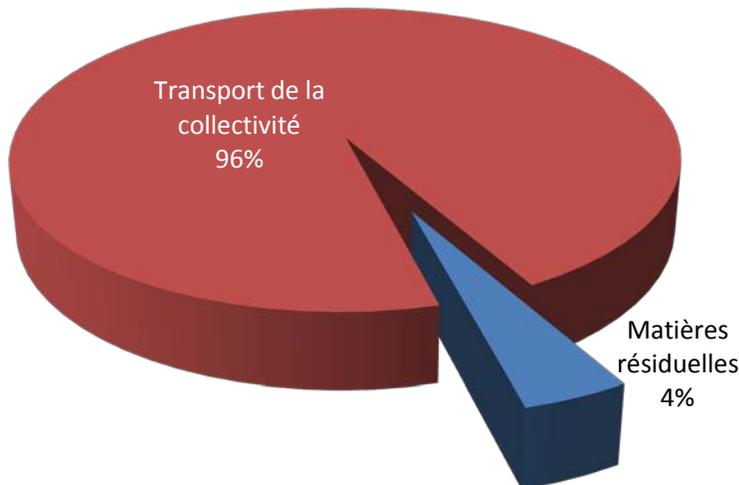


Figure 7.1 : Distribution des émissions de GES de la collectivité pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Ainsi, l'enfouissement des matières résiduelles a émis 1 024 tonnes de CO₂éq en 2010, alors que le transport de la collectivité a généré 23 191 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 ni les véhicules des sous-traitants situés à Saint-Antonin, car ils sont déjà inclus dans l'inventaire GES corporatif, et n'inclut pas non plus le CO₂ provenant de la biomasse, car il doit être comptabilisé 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	446	NA
	CH ₄	1 024	4
Transport collectivité	Automobile	5 847	96
	Camion léger	5 266	
	Motocyclette	61	
	Autobus	89	
	Autobus scolaire	122	
	Camion lourd	6 915	
	Véhicule hors-route	4 890	
Total (excluant les véhicules corporatifs et le CO ₂ provenant de la biomasse)		24 215	100

7.1 Matières résiduelles

La Municipalité de Saint-Antonin envoie ses matières résiduelles au LET de Rivière-des-Vases, qui est équipé d'un système de captage du biogaz.

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 2010 dues à l'ensemble de ces matières résiduelles sont résumées dans le tableau 7.2. Ainsi, 446 tonnes de CO₂ ont été émises en 2010. 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 49 tonnes de CH₄, ce qui correspond à 1 024 tonnes de CO₂éq.

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

Catégorie		Émissions	Unité
Matières résiduelles	CO ₂	446	tonnes CO ₂
	CH ₄	49	tonnes CH ₄
		1 024	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 Municipalité de Saint-Antonin en 2010 et se chiffrent à 23 191 tonnes de CO₂éq si on ne tient pas compte des émissions dues aux véhicules municipaux et aux véhicules des sous-traitants situés à Saint-Antonin. 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 Municipalité de Saint-Antonin en 2010 sont ceux présentés au tableau 7.3. Les émissions de GES y sont indiquées pour chaque type de véhicule. Ainsi, les camions lourds comptent parmi les sources qui émettent le plus de GES et totalisent 6 915 tonnes de CO₂éq, suivi des automobiles (5 847 tonnes de CO₂éq), des camions légers (5 266 tonnes de CO₂éq) et des véhicules hors-route (4 890 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	1 696	5 847
Camion léger	947	5 266
Motocyclette	142	61
Autobus	2	89
Autobus scolaire	8	122
Camion lourd	140	6 915
Véhicule hors-route	829	4 890

8 INVENTAIRE GES GLOBAL

L'inventaire GES global de la Municipalité de Saint-Antonin 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 94,2 % des émissions globales de GES de la Municipalité de Saint-Antonin en 2010. L'enfouissement des matières résiduelles génère quant à lui 4,2 % des émissions globales. Finalement, l'ensemble des émissions corporatives représente 1,6 % des émissions globales de GES. Le tableau 8.1 présente les quantités émises de chacun des GES pour chacune des catégories.

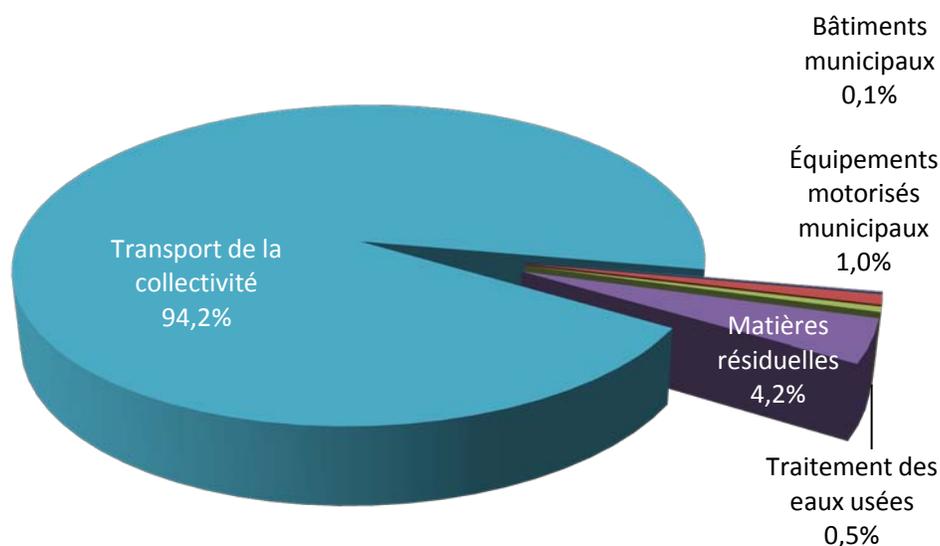


Figure 8.1 : Distribution des émissions globales de GES pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Tableau 8.1 : Émissions globales pour chaque GES par catégorie pour la Municipalité de Saint-Antonin en 2010

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	24 (excluant électricité)	0,0004 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0 (R22)	27 (incluant électricité)	0,1
	Équipements motorisés municipaux	232	0,01	0,02	0,003 (HFC-134a)	242	1,0
	Traitement des eaux usées	NA	3,6	0,2	NA	124	0,5
Collectivité	Matières résiduelles	CO ₂ provenant de la biomasse	49	NA	NA	1 024	4,2
	Transport collectivité	-	-	-	NA	23 191	94,2
Total						24 609	100

En intensité, la Municipalité de Saint-Antonin a émis 0,10 tonne de CO₂éq par habitant en 2010 au niveau corporatif, 6,08 tonnes de CO₂éq par habitant au niveau de la collectivité et 6,18 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 Municipalité de Saint-Antonin en 2010

Inventaire	CO ₂ éq (tonne/habitant)
Corporatif	0,10
Collectivité	6,08
Global	6,18



9 MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre décrit chacun des calculs qui ont été faits pour produire l'inventaire des GES de la Municipalité de Saint-Antonin, 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 Municipalité 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 le bilan annuel de consommation de propane et de mazout de la Municipalité de Saint-Antonin. Ces factures ont été fournies par Isabelle Tardif, secrétaire de la Municipalité de Saint-Antonin. Le tableau 9.1 présente les consommations annuelles en combustibles pour les différents bâtiments municipaux.

Tableau 9.1 : Consommation annuelle pour les sources de combustion fixe pour Saint-Antonin en 2010

Type de combustible	Bâtiment ou autre installation	Consommation annuelle	Unité
Propane	Garage municipal	14 500	litres
Mazout	Poste incendie	954	litres

En ce qui concerne les émissions indirectes de GES provenant de la consommation d'électricité, les données proviennent de l'analyse des coûts d'électricité qui a été fournie par Isabelle Tardif, secrétaire de la Municipalité de Saint-Antonin.

Au niveau du service d'incendie, il n'y a pas de HFC utilisé dans les systèmes de suppression des incendies de la Municipalité de Saint-Antonin¹⁰.

La collecte de données concernant les sous-traitants est discutée à la section 9.1.6.

9.1.2 Traitement des données

La consommation annuelle d'électricité (en kWh) a été calculée différemment selon le type de facturation. Ainsi, lorsque la facturation était en fonction de la consommation réelle en kWh, les consommations mensuelles ou par période de facturation, disponibles sur les factures d'Hydro-Québec, ont simplement été additionnées. Toutefois, dans certains cas, Hydro-Québec facture selon la puissance des équipements et le temps d'utilisation. La consommation en kWh était alors calculée à partir de la puissance indiquée sur la facture et du nombre d'heures d'utilisation dans l'année, soit 11,5 heures par jour pour l'éclairage de rue.

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

¹⁰ Jean Labonne, directeur des travaux publics, Municipalité de Saint-Antonin



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 Municipalité de Saint-Antonin utilise le R22 dans ses systèmes de climatisation. 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.

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 propane consommé au garage municipal :

$$\text{Émissions annuelles de CO}_2 = 14\,500 \text{ litres} * \frac{1,51 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 21\,895 \text{ kg} = 21,89 \text{ tonnes}$$

$$\text{Émissions annuelles de CH}_4 = 14\,500 \text{ litres} * \frac{0,000024 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 0,3 \text{ kg} = 0,0003 \text{ tonne}$$

$$\text{Émissions annuelles de N}_2\text{O} = 14\,500 \text{ litres} * \frac{0,000108 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 1,6 \text{ kg} = 0,0016 \text{ tonne}$$

Émissions annuelles en CO₂éq

$$= 21,89 \text{ tonnes} + (0,0003 * 21) \text{ tonnes} + (0,0016 * 310) \text{ tonnes}$$

$$= 22,39 \text{ tonnes}$$



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 / kWh¹¹. En voici un exemple pour le Centre sportif :

$$\text{Émissions annuelles en CO}_2\text{éq} = 2\,830 \text{ kWh} * \frac{0,002 \text{ kg CO}_2\text{éq}}{\text{kWh}} = 0,01 \text{ tonne}$$

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 (%)

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. Compte tenu du réfrigérant utilisé par la Municipalité de Saint-Antonin, les émissions fugitives de GES n'ont pas à être calculées dans le cas présent.

9.1.5 Évaluation de l'incertitude

En ce qui concerne l'incertitude reliée aux données, ces dernières proviennent de bilan annuel pour le propane et le mazout. Comme l'ensemble de ce qui est acheté par la Municipalité de Saint-Antonin est consommé par la Municipalité de Saint-Antonin, ces données sont très

¹¹ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 3, Annexe 13.



précises et l'incertitude est donc faible. La même logique s'applique à la consommation électrique.

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 au facteur d'émission de l'électricité est aussi faible, car elle provient de données québécoises, fonction de la production d'électricité au Québec.

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 consommations (en litres) d'essence et de diesel pour chacun des équipements motorisés municipaux. Ces données, comptabilisées annuellement par la Municipalité de Saint-Antonin, ont été fournies par Isabelle Tardif, secrétaire à la Municipalité de Saint-Antonin. Il en est de même pour les véhicules climatisés, ainsi que ceux mis au rebut. 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

La somme des consommations annuelles de carburant a déjà été faite, par équipement motorisé, par la municipalité.

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)¹², 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 9.2 présente ces facteurs d'émission. Dans ce tableau, les niveaux réfèrent à l'année de fabrication du véhicule :

- 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.

¹² Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008.

Tableau 9.2 : 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)¹³. 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 Ford F-150 (2010) qui consomme de l'essence :

$$\text{Émissions annuelles de CO}_2 = 3\,340 \text{ litres} * \frac{2,289 \text{ kg}}{\text{litre}} = 7\,645 \text{ kg} = 7,65 \text{ tonnes}$$

$$\text{Émissions annuelles de CH}_4 = 3\,340 \text{ litres} * \frac{0,00013 \text{ kg}}{\text{litre}} = 0,4 \text{ kg} = 0,0004 \text{ tonne}$$

$$\text{Émissions annuelles de N}_2\text{O} = 3\,340 \text{ litres} * \frac{0,00025 \text{ kg}}{\text{litre}} = 0,8 \text{ kg} = 0,0008 \text{ tonne}$$

$$\begin{aligned} \text{Émissions annuelles en CO}_2\text{éq} \\ &= 7,65 \text{ tonnes} + (0,0004 * 21) \text{ tonne} + (0,0008 * 310) \text{ tonne} \\ &= 7,91 \text{ tonnes} \end{aligned}$$

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)

¹³ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008.

y : Charge initiale restante (%)

z : Efficacité de récupération (%)

Le tableau 9.3 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 9.3 : Valeur des variables pour la climatisation mobile¹⁴

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 Ford F-150 (2010), qui est climatisé, mais qui n'a pas été mise au rebut en 2010 :

$$\begin{aligned} & \text{Émissions annuelles en tonne CO}_2\text{éq} \\ & = [(1,5 \text{ kg} * 20 \% * 1 \text{ an}) + (0 \text{ kg} * 50 \% * (1 - 50 \%))] * \frac{1 \text{ tonne}}{1000 \text{ kg}} \\ & * \frac{1\,300 \text{ kg CO}_2\text{éq}}{\text{kg}} = 0,39 \text{ tonne CO}_2\text{éq} \end{aligned}$$

9.2.5 Évaluation de l'incertitude

En ce qui concerne l'incertitude liée aux données, ces dernières proviennent de factures pour l'essence et le diesel consommé par les véhicules municipaux. Comme l'ensemble de ce qui est acheté par la Municipalité de Saint-Antonin est consommé par les véhicules de la Municipalité de Saint-Antonin, ces données sont très précises et l'incertitude est donc faible.

¹⁴ 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>].



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.

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 fauchage des chemins de la Municipalité de Saint-Antonin est effectué par l'entreprise Fauchage Denis Bastille, qui n'a pas documenté sa consommation annuelle en diesel. Le calcul a donc été fait en fonction du nombre de jours d'opération à Saint-Antonin (fourni par Denis Bastille) et d'une moyenne de consommation de diesel par jour (aussi fournie par Denis Bastille) :

$$\frac{20 \text{ jours}}{\text{an}} * \frac{40 \text{ litres de diesel}}{\text{jour}} = \frac{800 \text{ litres de diesel}}{\text{an}}$$

L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service, car la donnée provient d'une estimation.

- La collecte des matières résiduelles de la Municipalité de Saint-Antonin est effectuée par l'entreprise Sanibel, qui n'a pas documenté sa consommation annuelle en diesel. Le calcul a donc été fait en fonction du nombre de collectes à Saint-Antonin (fourni par Patrick Ouellet) et d'une moyenne de consommation de diesel par collecte (aussi fournie par Patrick Ouellet) :

$$\frac{52 \text{ collectes}}{\text{an}} * \frac{455 \text{ litres de diesel}}{\text{collecte}} = \frac{23\,660 \text{ litres de diesel}}{\text{an}}$$

L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service, car la donnée provient d'une estimation.

- La consommation annuelle due au transport des boues de fosses septiques a été estimée en fonction de la consommation du type de véhicule utilisé (40 litres/100 km selon l'Office de l'efficacité énergétique), de la distance à parcourir pour aller au centre de traitement (62 km aller-retour) et du nombre de voyages effectués. Ce nombre de voyages a été calculé en fonction du nombre de fosses septiques, de la quantité de boues récupérées (m³/an/fosse) et du volume des camions, soit 28 m³. Voici les détails du calcul:

$$644 \text{ fosses} * \frac{1,7 \text{ m}^3}{\text{an} * \text{fosse}} * \frac{1 \text{ voyage}}{28 \text{ m}^3} * \frac{62 \text{ km}}{\text{voyage}} * \frac{40 \text{ litres}}{100 \text{ km}} = \frac{970 \text{ litres}}{\text{année}}$$

Le volume traité, le volume des camions et la distance à parcourir sont des données connues, mais la consommation énergétique des camions provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

- Pour la collecte de ces mêmes boues de fosses septiques à l'aide de camions-citernes séparateurs (juggler), la quantité de diesel consommé annuellement a été estimée en fonction du nombre de voyages par an, du temps moyen de remplissage d'un camion-citerne et de la consommation moyenne de ce type d'équipement. Voici les détails du calcul :

$$\frac{39 \text{ voyages}}{\text{an}} * \frac{5 \text{ heures remplissage}}{\text{voyage}} * \frac{15 \text{ litres}}{\text{heure}} = \frac{2\,933 \text{ litres}}{\text{an}}$$

Le volume traité et le volume des camions sont des données connues, mais le temps de remplissage provient d'une estimation. L'incertitude est donc moyenne pour les émissions de GES relatives à ce service.

9.3 Traitement des eaux usées

Une partie du traitement des eaux usées de la Municipalité de Saint-Antonin est sous leur contrôle direct (les étangs aérés). Les émissions de GES dues à ce traitement sont donc comptabilisées dans le champ 1. Comme il s'agit d'un traitement aérobie, il n'y a pas de méthane (CH₄) émis lors du traitement. L'autre partie du traitement des eaux usées se fait à l'aide des fosses septiques. Les émissions dues à ce traitement sont donc comptabilisées dans le champ 2.

Les émissions de GES relatives au traitement des eaux usées sont donc dues aux processus de nitrification et de dénitrification qui génèrent du N₂O ainsi qu'aux émissions fugitives de CH₄ dans les fosses septiques qui fonctionnent en mode anaérobie.

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 Québec¹⁵, alors que la consommation moyenne de protéines a été fournie par Environnement Canada, en fonction de l'année de l'inventaire¹⁶. 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.

¹⁵ http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/index.htm

¹⁶ Annexe 3 Rapport d'inventaire national 1990-2008, Partie 2, p.170

Au niveau des fosses septiques, les données nécessaires au calcul des émissions de GES sont le nombre de fosses septiques à Saint-Antonin. Cette donnée a été fournie par Isabelle Tardif, Municipalité de Saint-Antonin.

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.

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 national¹⁷, 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'azote¹⁸, ce qui nous donne un facteur d'émission de 0,00006498 tonne N₂O / habitant.

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

$$\frac{44 \text{ kg N}_2\text{O}}{28 \text{ kg N}_2\text{O-N}} = \frac{0,00006498 \text{ tonne N}_2\text{O}}{\text{personne}}$$

¹⁷ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 2, p. 170.

¹⁸ 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>

9.3.4 Calcul des émissions de GES

Le calcul pour la Municipalité de Saint-Antonin se fait donc en multipliant sa population desservie par les étangs aérés par le facteur d'émission du N₂O. Le nombre de tonnes émises est ensuite ramené en CO₂éq, grâce au potentiel de réchauffement du N₂O :

$$\begin{aligned} \text{Émissions annuelles en tonne CO}_2\text{éq} &= 2\,446 \text{ personnes} * \frac{0,00006498 \text{ tonne N}_2\text{O}}{\text{personne}} * 310 \\ &= 49 \text{ tonnes CO}_2\text{éq} \end{aligned}$$

Au niveau des fosses septiques, les données utilisées dans le calcul sont les suivantes :

- Demande Biologique en Oxygène dans les eaux usées : 18,25kgDBO/personne/an¹⁹
- Quantité de boues récupérées de fosses septiques : 1,7 m³/an/fosse²⁰
- Taux de récupération dans les boues : 7,5 kg DBO/m³²¹
- Facteur d'émission CH₄ : 0,18 kg CH₄/kg DBO²²

Émissions annuelles en tonne CO₂éq

$$\begin{aligned} &= \left(\left(1\,539 \text{ personnes desservies} * \frac{18,25 \text{ kg DBO}}{\text{personne} * \text{an}} - \frac{8\,211 \text{ kg DBO}}{\text{an}} \right) \right. \\ &\quad \left. * \frac{0,18 \text{ kg CH}_4}{\text{kg DBO}} \right) * \frac{\text{tonne}}{1\,000 \text{ kg}} * 21 = 75 \text{ tonnes CO}_2\text{éq} \end{aligned}$$

9.3.5 Évaluation de l'incertitude

L'incertitude reliée aux données est faible, car elle concerne la population de la Municipalité 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.

¹⁹Environnement Canada, *Rapport d'inventaire national 1990-2009*, p.170

²⁰Guide d'élaboration d'un plan de gestion des matières résiduelles, 2001

²¹Santé Canada. Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé, Chapitre 8: La gestion des eaux usées et des boues, 2004.

²²Annexe 3.5.2 Rapport d'inventaire national 1990-2009, Partie 2, p.170



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. En effet, quand les déchets se composent de biomasse, le CO₂ produit par le brûlage ou la décomposition n'est pas pris en compte dans le secteur des déchets. Dans le cas de la biomasse agricole, on présume qu'il s'agit d'un cycle durable (le carbone du CO₂ sera séquestré quand la biomasse se régénérera dans la reproduction des cultures)²³.

9.4.1 Procédure de collecte de données

Pour calculer les émissions de GES réelles émises en 2010, il faut tenir compte des tonnages de matières envoyées à l'enfouissement depuis 50 ans, selon les recommandations du GIEC. Ces tonnages incluent les matières résiduelles résidentielles ainsi que celles provenant des ICI. Les tonnages concernant les matières résiduelles ont été fournis par Éric Côté, de la Ville de Rivière-du-Loup.

9.4.2 Traitement des données

Les données sur les années manquantes (pas documentées par la Municipalité, ni par le lieu d'enfouissement) ont été estimées à partir de la population de la Municipalité de Saint-Antonin et d'un tonnage moyen par habitant.

²³ Environnement Canada, *Rapport d'inventaire national 1990-2007*, p.61.



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-Unis²⁴. Elles sont calculées en considérant deux facteurs :

- L₀ : le potentiel de production de méthane. Ce coefficient varie en fonction de l'année d'enfouissement au Québec²⁵
- 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 Québec²⁶

9.4.4 Calcul des émissions de GES

LandGEM fournit donc les émissions de CO₂ et de CH₄ émis en 2010 par l'enfouissement des matières résiduelles de la Municipalité de Saint-Antonin. La simulation a été faite pour l'enfouissement des matières entre 1960 et 2010 au lieu d'enfouissement technique (LET) de Rivière-des-Vases. Comme ce site d'enfouissement possédait en 2010 un système de captage des biogaz, il faut le considérer afin de calculer la quantité nette de méthane émise à l'atmosphère. Selon les données disponibles, la proportion de méthane qui est capté est de 70 %²⁷.

LandGEM fournit donc les émissions de CO₂ et de CH₄ émis en 2010 par l'enfouissement des matières résiduelles de la Municipalité de Saint-Antonin, qui sont ensuite diminuées de 70 %, pour tenir compte du taux de captage du biogaz. Les émissions de CH₄ sont ensuite transposées en CO₂éq d'après le potentiel de réchauffement du méthane de 21.

²⁴ 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>].

²⁵ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 2, p. 156.

²⁶ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 2, p. 158.

²⁷ Éric Côté, Ville de Rivière-du-Loup



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. 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.

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 Municipalité les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec, en fonction du nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la Municipalité. Ce nombre de véhicules immatriculés est disponible dans le bilan annuel de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)²⁸, alors que les émissions de GES dues à l'ensemble du Québec sont disponibles dans le rapport d'inventaire national²⁹.

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 Municipalité au prorata des populations. Ce calcul a été fait séparément pour chaque type de véhicule :

²⁸ Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), Bilan 2009 – Accidents, parc automobile, permis de conduire.

²⁹ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2008, partie 3, Annexe 15.

- 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.

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 Municipalité de Saint-Antonin les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec, en fonction du nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la Municipalité. Voici un exemple de calcul pour les automobiles :

$$\frac{3\,135\,387 \text{ véhicules immatriculés au Québec}}{1\,696 \text{ véhicules immatriculés dans la Municipalité de Saint – Antonin}} = \frac{10\,806 \text{ ktonnes } CO_2\text{éq au Québec}}{x \text{ ktonnes } CO_2\text{éq pour Saint – Antonin}}$$

$$x = 5\,847 \text{ tonnes } CO_2\text{éq pour Saint – Antonin}$$

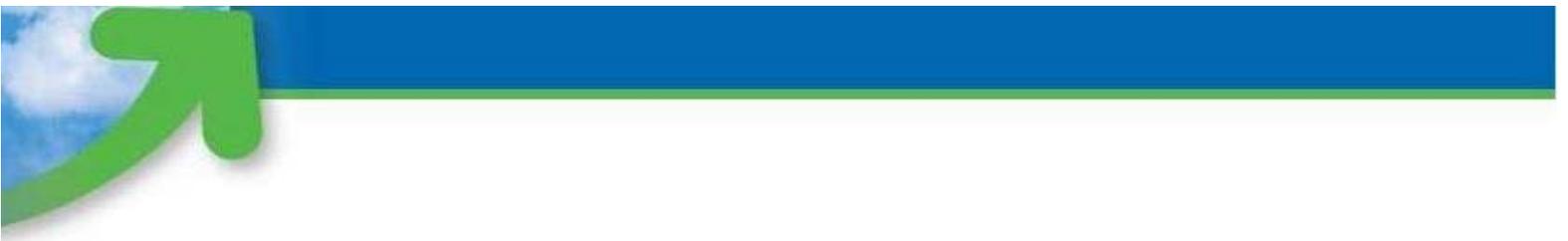
Une fois la somme des émissions de GES relatives au transport de la collectivité calculée, ont été soustraites de ce total les émissions de GES dues aux véhicules municipaux et aux véhicules des sous-traitants situés à Saint-Antonin, qui ont déjà été calculées dans l'inventaire GES corporatif.



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 Municipalité les émissions de GES dues au transport pour l'ensemble du Québec, l'incertitude sur ces émissions est forte. La Municipalité de Saint-Antonin 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 Municipalité 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 Municipalité de Saint-Antonin, ces incertitudes pourraient être diminuées en obtenant les consommations exactes des véhicules des sous-traitants, au lieu d'estimations de ces consommations.

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 Municipalité de Saint-Antonin 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.

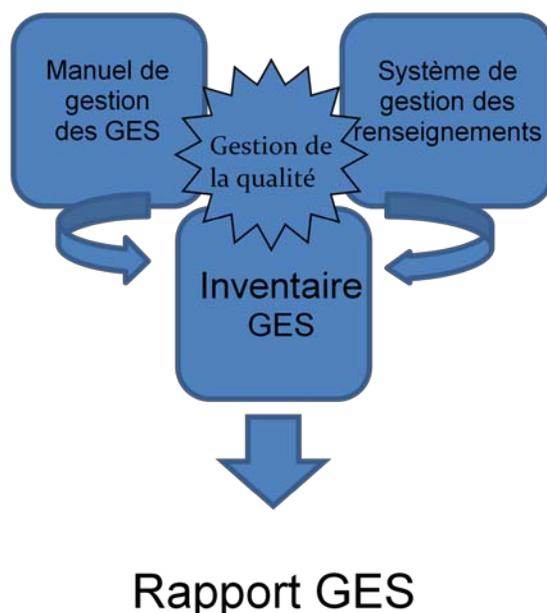


Figure 11.1 : Composantes d'un système de gestion de l'inventaire des émissions de GES

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 Municipalité
- 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 Municipalité de Saint-Antonin 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 Municipalité de Saint-Antonin en 2010 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 94,2 % des émissions globales de GES. L'enfouissement des matières résiduelles génère 4,2 % des émissions globales de GES, alors que l'ensemble des émissions corporatives de GES représente 1,6 % 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	24 (excluant électricité)	0,0004 (excluant électricité)	0,002 (excluant électricité)	0 (R22)	27 (incluant électricité)	0,1
	Équipements motorisés municipaux	232	0,01	0,02	0,003 (HFC-134a)	242	1,0
	Traitement des eaux usées	NA	3,6	0,2	NA	124	0,5
Collectivité	Matières résiduelles	CO ₂ provenant de la biomasse	49	NA	NA	1 024	4,2
	Transport collectivité	-	-	-	NA	23 191	94,2
Total						24 609	100

Cet inventaire GES servira de point de départ pour orienter le plan d'action pour la réduction des émissions de GES de la Municipalité de Saint-Antonin.



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, partie 2, Tableau A2-4



ANNEXE 2 : LISTE DES ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX DE LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ANTONIN

Description
Camion GMC 1989
Chevrolet S-10 2003
GMC Sierra 2001
Ford F-150 2010
Ford E-450 CTV Cube jaune 2001
Dodge Ram CL 2006
Kubota B7800 2008
Chargeuse Rétrocaveuse JCB215 1994
Rouleau Asphalte Bomag 1989
Excavatrice Kobelco SK 160 2006
Souffleur Sicard 1966 (à essence et diesel)
Souffleur Sicard 1972
Bombardier Max XT 2005
Camion Pierce 2002
Ford C 750 1968
Camion Inter SS 1984
Niveleuse Champion 1990
Camion 10 roues inter 1990
Balai de rue Johnston MR685 1997
Camion 10 roues inter 1982



ANNEXE 3 : LISTE DES BÂTIMENTS ET AUTRES INSTALLATIONS

Bâtiment
Bureau municipal et bibliothèque
Garage municipal
Centre sportif
Centre communautaire Michel-Desrosiers
Centre Réjean-Malenfant
Poste incendie
Enseignes
Usine traitement des eaux
Étangs
Terrain de balle molle
Station de pompage, 86 rue Principale
Station de pompage, 598 ch. de Rivière-Verte
Station de pompage, 30 route de l'Église
Station de pompage, 230 rue Principale
Station de pompage, 748 ch. de Rivière-Verte
Puits
Réservoir à eau
Éclairage des rues



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 Municipalité de Saint-Antonin)
 - 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