

DÉTERMINER COMMENT LE *GLOBAL PROTOCOL FOR COMMUNITY-SCALE GREENHOUSE GAS EMISSION INVENTORIES*, ORIENTÉ POUR LA RÉALISATION D'INVENTAIRES D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE GRANDES VILLES, PEUT ÊTRE ADAPTÉ ET APPLIQUÉ AUX PETITES ET MOYENNES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES

Par
Mihai Raduca

Essai présenté au Centre universitaire de formation
en environnement et développement durable en vue de
l'obtention du grade de maîtrise en environnement (M. Env.)

Sous la direction de François Lafortune

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Mars 2021

SOMMAIRE

Mots clés : inventaire, municipalité, Québec, gaz à effet de serre, changement climatique, données d'activité, protocole, réduction, mesures de mitigation

L'objectif de cet essai est de déterminer comment le *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*, orienté pour la réalisation d'inventaires d'émissions de gaz à effet de serre des grandes villes, peut être adapté et appliqué aux petites et moyennes organisations municipales québécoises. À travers un portrait des inventaires d'émissions de gaz à effet de serre municipaux réalisés au Québec, des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces sont ciblées pour chacun des secteurs définis dans ce protocole.

Les inventaires d'émissions de gaz à effet de serre sont des outils qui permettent aux municipalités de cibler les sources des émissions de gaz à effet de serre les plus importantes pour mettre en place des mesures de mitigation. De plus, les inventaires permettent de faire un suivi important pour définir si les objectifs de réduction de la municipalité ont été atteints. D'une part, l'utilisation de ce nouveau protocole doit permettre de capter les variations des émissions de gaz à effet de serre de la municipalité, de l'autre, il doit comptabiliser des émissions de gaz à effet de serre qui sont de compétence municipale. Dans le contexte québécois, des enjeux de gouvernance, d'accessibilité aux données locales et de gestion des émissions de gaz à effet de serre, reliées ou non aux compétences municipales, peuvent influencer les résultats de réduction des émissions. Ainsi, si les données utilisées pour comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre ne proviennent pas, en totalité ou en partie, de sources locales, il est peu probable que les variations des émissions de gaz à effet de serre soient significatives dans l'inventaire et, par le fait même, qu'un suivi sur l'atteinte des objectifs soit réalisable. De plus, certains secteurs et sous-secteurs du *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* ne sont pas de compétences municipales, il est donc peu probable que des mesures de mitigation réalisables soient intégrées dans un plan d'action de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Les principales recommandations qui émergent de cet essai permettent donc de prioriser les secteurs et les sous-secteurs d'un inventaire d'émissions de gaz à effet de serre municipal pour améliorer la collecte de données locales dans le but de capter les variations des émissions à l'échelle de la municipalité. La priorité établie dans les recommandations est définie selon l'importance de la part en émissions de gaz à effet de serre du secteur ou du sous-secteur et selon sa pertinence dans un cadre municipal.

De ce fait, les municipalités se doivent d'utiliser des méthodes proposées par le *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* pour améliorer leur collecte de données locales. Cette amélioration de la qualité de données permettra d'évaluer les mesures de mitigation à préconiser dans un futur plan d'action et de prendre des décisions à l'aide de mesures provenant de données locales.

REMERCIEMENTS

Premièrement, j'aimerais remercier mon directeur d'essai, François Lafortune, pour son aide et ses conseils avisés. Il a su me guider tout au long de la rédaction de mon essai et ses commentaires ont approfondi ma réflexion.

Deuxièmement, j'aimerais remercier mes proches. Un grand merci à mes parents, pour leur soutien dans mes projets. Je voudrais de plus exprimer ma reconnaissance envers mes amis qui ont dû m'écouter parler de détails techniques concernant les inventaires de gaz à effet de serre bien trop souvent ces derniers mois.

Enfin, je remercie ma copine qui m'a supporté tout au long de la rédaction de cet essai. Elle a eu la patience nécessaire pour passer à travers mes périodes de stress et m'a encouragé du début à la fin de ce projet.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. CARACTÉRISTIQUES DU GPC	4
1.1 Identification du périmètre d'inventaire d'émissions de GES selon le GPC	5
1.2 Description des secteurs d'émissions de GES du GPC	9
1.2.1 Énergie stationnaire	9
1.2.2 Transport	10
1.2.3 Matières résiduelles	12
1.2.4 PIUP et AFUT	14
2. POINTS SAILLANTS DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS DE GES DES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES EFFECTUÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME CLIMAT MUNICIPALITÉ	15
2.1 Municipalités visées par l'analyse et caractéristiques communes	16
2.2 Portée des compétences municipales et des mesures de mitigation possibles pour réduire les émissions de GES	20
2.2.1 Le développement et l'aménagement du territoire	22
2.2.2 La gestion de l'eau et des matières résiduelles	23
2.2.3 La gestion des terres agricoles et la conservation	23
2.3 Périmètre de déclaration des municipalités tel que défini par le guide du PCM1 : méthodes de calcul et données d'activités	24
2.3.1 Périmètre de déclaration de l'inventaire du PCM1 et caractéristiques des sources d'émissions de GES	25
3. DIAGNOSTIC DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS DE GES DE MUNICIPALITÉS RÉALISÉS DANS LE CADRE DU PCM1	28
3.1 Forces, faiblesses, opportunités et menaces des inventaires d'émissions de GES de petites et moyennes municipalités québécoises dans le cadre du PCM1	28
3.1.1 Secteur de l'énergie stationnaire	28
3.1.2 Secteur du transport	32
3.1.3 Secteur des matières résiduelles	34
3.2 Enjeux des petites et moyennes municipalités concernant les inventaires d'émissions de GES	38

3.2.1	Enjeux de la gouvernance : prendre exemple sur les OBV et la gestion intégrée de l'eau	38
3.2.2	L'inventaire de GES, un outil adapté au niveau régional	40
4.	APPLICABILITÉ DU GPC DANS LES PETITES ET MOYENNES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES.....	47
4.1	Choix des critères pour l'analyse	47
4.2	Analyse des critères pour le secteur de l'énergie stationnaire	48
4.3	Analyse des critères pour le secteur du transport	50
4.4	Analyse des critères pour le secteur des matières résiduelles	51
4.5	Analyse des critères pour les secteurs des PIUP et de l'AFUT	52
4.6	Limites du GPC	53
5.	RECOMMANDATIONS.....	55
5.1	À l'intention des gestionnaires municipaux des petites et moyennes municipalités.....	55
	CONCLUSION	59
	RÉFÉRENCES.....	60
	ANNEXE 1 – CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR SOURCE D'ÉNERGIE POUR LE SECTEUR RÉSIDENTIEL DU QUÉBEC	65

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Secteurs et sous-secteurs avec les champs 1, 2 et 3 requis par le GPC	6
Figure 1.2	Portée géographique des trois champs et des secteurs du GPC	7
Figure 1.3	Méthodes de comptabilisation des déplacements sur route dans une municipalité	11
Figure 3.1	Processus complet de diminution des émissions de GES au niveau municipal	40
Tableau 2.1	Populations moyennes des villes ayant utilisé le GPC	16
Tableau 2.2	Distribution des municipalités selon leur classe de population	17
Tableau 2.3	Résultats d'émissions de GES et objectifs des plans d'action de réduction de GES municipaux	17
Tableau 2.4	Mesures de mitigation de la Ville de Granby et de la MRC de Vaudreuil-Soulanges	19
Tableau 2.5	Outils législatifs encadrant les actions d'aménagement du territoire en lien avec des actions de réduction d'émissions de GES	21
Tableau 2.6	Méthodes d'estimation et données d'activités nécessaires pour le calcul des émissions de GES dans le PCM1	27
Tableau 3.1	FFOM du secteur de l'énergie stationnaire dans le cadre du PCM1	32
Tableau 3.2	FFOM du secteur du transport dans le cadre du PCM1	34
Tableau 3.3	Sources de CH ₄ et de N ₂ O selon le type de traitement des eaux usées	37
Tableau 3.4	FFOM du secteur des matières résiduelles dans le cadre du PCM1	38
Tableau 3.5	Quantification des incertitudes systématiques	42
Tableau 3.6	Relation entre les mesures de mitigation et les méthodes de calcul des émissions de GES de l'inventaire municipal	45

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

AFUT	Agriculture, foresterie et autres utilisations des terres
AIE	Agence internationale de l'énergie
CDP	<i>Carbone Disclosure Project</i>
CH ₄	Méthane
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CO ₂	Dioxyde de carbone
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
DBO	Demande biochimique en oxygène
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
Éq. CO ₂	Équivalent CO ₂
FCM	Fédération canadienne des municipalités
FFOM	Forces, faiblesses, opportunités et menaces
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPC	<i>Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories</i>
HFC	Hydrofluorocarbure
ICLEI	<i>International Council for Local Environmental Initiatives</i>
IEAP	<i>International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	Organisation internationale de normalisation
kg	Kilogramme
kWh	Kilowattheure
LandGEM	<i>Landfill Gas Emissions Model</i>
LET	Lieux d'enfouissement technique
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MAMSL	Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalités régionales de comté
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NF ₃	Trifluorure d'azote

OBNL	Organisme à but non lucratif
OBV	Organisme de bassin versant
OMAEU	Ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées
PACC 2006-2012	Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques
PAE	Plan d'aménagement d'ensemble
PCM1	Programme Climat municipalités phase 1
PDE	Plan directeur de l'eau
PDZA	Plan de développement de la zone agricole
PFC	Perfluorocarbure
PGMR	Plan de gestion des matières résiduelles
PIUP	Procédés industriels et utilisation de produits
PMAD	Plan métropolitain d'aménagement et de développement
PPC	Partenaires dans la protection du climat
PPU	Programme particulier d'urbanisme
PU	Plan d'urbanisme
RIN	Rapport d'inventaire national
RNCREQ	Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec
ROBVQ	Regroupement des organismes de bassin versant du Québec
SAD	Schéma d'aménagement et de développement
SF ₆	Hexafluorure de soufre
SPEDE	Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission
SSG	<i>Sustainability Solution Group</i>
t	Tonne
TAK	Taux d'accumulation de kilométrage
WRI	<i>World Resources Institute</i>

LEXIQUE

Année de référence	« L'organisme doit établir une année de référence historique pour les émissions et les suppressions de gaz à effet de serre (GES) à des fins comparatives, ou pour satisfaire aux exigences d'un programme GES ou à d'autres usages prévus pour l'inventaire des GES » (Organisation internationale de normalisation [ISO], 2018).
CO ₂ biogénique	« Dioxyde de carbone (CO ₂) obtenu par l'oxydation de carbone issu de la matière d'origine biologique, à l'exclusion de la matière incorporée dans les formations géologiques de la matière transformée en fossiles » (ISO, 2018).
Degrés-jours	« Pour un jour, différence entre la température des locaux chauffés et la température extérieure moyenne permettant de prévoir les consommations de chauffage » (Larousse, s. d.).
Équivalent CO ₂	« Unité permettant de comparer le forçage radiatif d'un gaz à effet serre à celui du CO ₂ » (ISO, 2018).
Périmètre de déclaration	« L'organisme doit définir et documenter son périmètre de déclaration, en identifiant notamment les émissions et les suppressions directes et indirectes de GES associées à ses opérations » (ISO, 2018).
Système de plafonnement et de droits d'émission	« Le Québec a mis sur pied, en 2013, un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (SPEDE) pour lutter contre les changements climatiques. Son objectif premier est d'inciter les entreprises et les citoyens à innover et à modifier leurs comportements afin de réduire les émissions de GES » (MELCC, s. d.a).

INTRODUCTION

La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) est une priorité du gouvernement québécois et les cibles de réduction au niveau provincial sont très ambitieuses. La cible pour 2030 se situe en effet à - 37,5 % en dessous du niveau établi en 1990 et vise la carboneutralité en 2050 (Gouvernement du Québec, 2020). Cela dit, malgré les efforts réalisés par le gouvernement, la cible de 2020 fut ratée, entre autres, à cause de l'augmentation des émissions dans le secteur du transport qui ont atteint 45 % du total des émissions québécoises de GES (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MELCC], 2020). Ainsi, pour mettre en place des mesures efficaces de réduction de GES, il faut dans un premier temps connaître les sources des émissions. Les municipalités du Québec, qui font partie intégrante de la solution, sont donc poussées à réaliser leur inventaire sur leur territoire. Pour les petites et moyennes municipalités, les ressources nécessaires à la réalisation d'un inventaire d'émissions de GES sont limitées. Il peut donc être difficile de produire ce type de rapport qui demande des connaissances et des données liées aux activités sur le territoire de la municipalité. Afin d'avoir un aperçu de l'envergure des différentes populations, les municipalités québécoises de moins de 100 000 habitants représentent environ 98 % des municipalités du Québec (Commission municipale du Québec, 2019).

Sur le plan international, les villes ayant réalisé un inventaire de GES accomplissent jusqu'à trois fois plus d'actions de réduction de GES que les villes n'ayant pas d'inventaire (*Carbon Disclosure Project* [CDP], 2012). De ce fait, des protocoles qui suivent les lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC) permettent de calculer les émissions de GES à un niveau local ou régional. Le *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* (GPC) est un protocole utilisé principalement par de grandes villes à travers le monde. Le GPC permet ainsi de produire des inventaires de GES qui respectent les principes de la norme ISO 14604-1 : la pertinence, la complétude, la cohérence, l'exactitude et la transparence des sources d'émissions de GES (Organisation internationale de normalisation [ISO], 2018). Ce protocole a permis à des villes membres du *Cities Climate Change Leadership Group* (C40), un organisme de lutte contre les changements climatiques, de mettre en place des actions efficaces contre le réchauffement climatique et d'effectuer de meilleurs suivis de leurs émissions de GES. Un protocole comme le GPC, basé sur les données d'activités des municipalités, apporte aussi des améliorations considérables quant à la gestion de données et à la transparence des résultats des inventaires.

Il est donc pertinent pour les petites et moyennes municipalités québécoises de standardiser leur inventaire d'émissions de GES. Cela permettra de mettre en place des cibles de réductions réalisables et de mieux interpréter les résultats de ces inventaires. Le GPC est présentement le protocole ayant le plus de potentiel et pourra éventuellement remplacer le Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal mis en place en 2009 par le programme Climat municipalités phase 1 (PCM1). Bien que d'autres outils de mesures d'émissions de GES existent, comme le Guide de quantification des émissions de GES pour les entreprises, aucun n'est adapté pour les émissions de GES des municipalités

(MELCC, 2019). Le GPC, qui reste un protocole conventionnel, a en effet l'avantage de fournir aux municipalités un cadre clair, compréhensif, avec des méthodologies faciles d'utilisation pour la comptabilisation des émissions de GES (Wilmsen et Gesing, 2016). Cela permet de produire des inventaires cohérents et comparables d'une municipalité à une autre, d'effectuer des suivis dans le temps et de mesurer avec plus de précision l'impact des actions de réduction de GES.

Cet essai tente de déterminer comment le GPC, utilisé principalement par les grandes villes et les métropoles lors de la réalisation d'inventaires d'émissions de GES, peut être adapté et appliqué aux petites et moyennes organisations municipales québécoises. Dans un premier temps, une description des caractéristiques du GPC et un portrait des inventaires d'émissions de GES de municipalités québécoises sont réalisés. Ce portrait permet de cibler les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces de chaque secteur défini dans le GPC. L'utilisation du GPC dans le contexte municipal québécois est par la suite analysée. De ce fait, la pertinence de chaque secteur et sous-secteur est définie selon des critères qui permettent de confirmer ou non si les municipalités ont un réel pouvoir dans ces différents domaines. Les inventaires réalisés à l'aide du GPC devront de plus répondre à certaines conditions dans un contexte de lutte aux changements climatiques. Ainsi, dans un objectif de réduction d'émissions de GES, le GPC devra démontrer s'il est pertinent et efficace pour réaliser un suivi des émissions de GES d'une municipalité.

Les sources consultées dans le cadre de la recherche documentaire supportant cet essai sont multiples. Les informations du premier chapitre proviennent de sources internationales. Pour définir les caractéristiques du GPC, l'information provient du *Greenhouse Gas Protocole* produit par le *World Resources Institute* (WRI). De plus, des villes sur le plan international et national ayant des similarités avec les petites et moyennes municipalités québécoises servent d'exemple pour le contexte québécois. Certaines informations sur ces villes proviennent de la base de données du CDP, un organisme basé au Royaume-Uni qui publie l'impact environnemental et fournit des données reliées aux changements climatiques de villes et de grandes entreprises. Les recherches d'information effectuées au niveau international sont réalisées en anglais. Les informations des deuxième et troisième chapitres proviennent surtout de sources québécoises et canadiennes. Les sources sont principalement des rapports, des bases de données et des rapports d'inventaires d'émissions de GES. Ces inventaires proviennent des niveaux municipal, provincial et national. Dans certains cas, les sources proviennent de différents ministères provinciaux, selon l'information nécessaire. Par exemple, le site du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) rassemble les informations concernant les compétences municipales, le MELCC fournit des données concernant les émissions de GES provinciales et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) donne des informations reliées à la réduction des émissions de GES dans ces domaines. Au niveau national, des données sur la consommation énergétique de Ressources naturelles Canada sont utilisées. Les inventaires des municipalités et des municipalités régionales de comté (MRC) ont permis d'ajouter des études de cas pour appuyer les arguments à travers le texte. Plusieurs informations pertinentes proviennent des inventaires de la MRC de Vaudreuil-Soulanges, de l'arrondissement de Saint-Laurent, de la Ville de Saint-Lambert et de la Ville de Granby. La Chaire de

gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal a fourni plusieurs informations permettant de réaliser un portrait plus complet de la consommation énergétique au Québec.

Dans le premier chapitre, une description des caractéristiques du GPC permet de connaître les particularités de ce protocole. Le périmètre de déclaration des émissions de GES est défini et les méthodes de comptabilisation de chaque secteur sont déterminées. Le deuxième chapitre présente les caractéristiques des petites et moyennes municipalités québécoises et les points saillants des inventaires de GES réalisés au Québec dans le cadre du PCM1. Les méthodes de calcul utilisées et le périmètre de déclaration de ces inventaires sont par la suite analysés par secteurs. Le troisième chapitre fait l'analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces (FFOM) de ce qui a été accompli au Québec en ce qui concerne les inventaires de GES municipaux et permet de cibler les enjeux actuels. Puis, le quatrième chapitre analyse le GPC dans le contexte actuel québécois. Finalement, le cinquième chapitre propose des recommandations quant aux méthodes de calcul et la priorisation des secteurs où une amélioration de la qualité des données est nécessaire.

1. CARACTÉRISTIQUES DU GPC

Les villes à travers le monde ont réalisé leur inventaire de GES depuis la fin des années 1980 à l'aide de différents protocoles et méthodes uniques dans le but de réduire les émissions de GES (Wilmsen et Gesing, 2016). De ce fait, des questions liées à la qualité des données, à la pertinence des résultats et à la conformité des inventaires produits ont émergé. La comparaison entre les inventaires devient donc difficile et les mesures de mitigation réalisées au sein des villes ne peuvent être suivies. Pour faciliter l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES des villes, le GPC définit des lignes directrices pour réaliser un inventaire de GES en trois étapes (WRI et al., 2014) :

- La définition des principes de comptabilité des émissions de GES et des périmètres de la ville;
- La distinction des secteurs des émissions de GES, de la gestion des données et des méthodes de calcul;
- L'introduction des inventaires de GES dans un processus complet de réduction des émissions de GES en définissant des objectifs de réduction d'émissions de GES et en réalisant un suivi.

Le GPC a été adopté en 2014 comme protocole du *Compact of Mayors*, la plus grande coopérative mondiale de maires, de représentants de métropoles et de conseillers municipaux mettant leurs ressources en commun pour lutter contre les changements climatiques. Le GPC a été développé par l'*International Council for Local Environmental Initiatives* (ICLEI), la WRI et le C40 comme un protocole permettant de standardiser les inventaires à un niveau régional. Ce protocole est inspiré des lignes directrices du GIEC et du *Corporate Standard*, dont les influences sont visibles à travers les champs 1, 2 et 3. Il est de plus important de distinguer les champs du GPC et de la première version de la norme ISO 14604-1, car ils présentent des similitudes, mais définissent des périmètres différents (ISO, 2006). En effet, les champs du GPC servent à identifier la provenance géographique des émissions de GES et ne correspondent pas au contrôle que la municipalité pourrait avoir sur les émissions de GES (WRI et al., 2014). L'influence du *Corporate Standard* permet aussi de respecter les principes définis dans la dernière version de la norme ISO 14604-1 (ISO, 2018) .

Les émissions de GES sont comptabilisées selon deux niveaux différents, incluant ou non certains secteurs d'activité, en fonction du degré de précision recherché par la ville. Le niveau *Basic* est une version simplifiée qui permet de réaliser un inventaire d'émissions de GES pour les secteurs de l'énergie stationnaire, du transport et des matières résiduelles. Le niveau *Basic* intègre les émissions de GES du champ 1 émises dans les secteurs des énergies stationnaires, du transport et des matières résiduelles, ainsi que les émissions de GES du champ 2 des énergies stationnaires et du transport et les émissions du champ 3 des matières résiduelles. Le niveau *Basic+* inclut, en plus des émissions comptabilisées dans le niveau *Basic*, le champ 1 des secteurs des procédés industriels et utilisation de produits (PIUP) et de l'agriculture, foresterie et autres utilisations des terres (AFUT) ainsi que le champ 3 des énergies stationnaires et du transport (WRI et al., 2014).

Par ailleurs, le GPC ne fournit pas de cadre méthodologique pour les inventaires de GES des opérations de la municipalité. En effet, une annexe du GPC redirige les utilisateurs aux lignes directrices de l'*International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol* (IEAP) produit par le ICLEI en 2009 pour ce type d'émissions. L'inventaire des opérations du gouvernement local est semblable au cadre défini dans le *Corporate Standard* et comptabilise les émissions qui sont sous un contrôle financier ou opérationnel de la municipalité. Les secteurs liés aux opérations de la municipalité inclus dans cet inventaire sont les suivants : l'énergie stationnaire, le transport, les émissions fugitives, les procédés industriels, l'agriculture, l'utilisation des terres et les matières résiduelles (Local Governments for Sustainability [ICLEI], 2009).

La gestion de la qualité des données est établie quant à elle selon trois niveaux : grande qualité, qualité moyenne et faible qualité. Cette approche, qui ne suit pas les lignes directrices du GIEC, est utilisée dans le but de simplifier l'évaluation de la qualité des données (Wilmsen et Gesing, 2016). Le niveau de qualité des données est choisi en fonction de la représentativité de chacune des données par rapport à son périmètre géographique, à la date de parution, à la source, à la fiabilité et à la vérifiabilité (WRI et al., 2014).

Réaliser l'inventaire des émissions de GES en suivant la méthodologie du GPC nécessite une description du périmètre de déclaration et la comptabilisation des émissions de GES par secteur, par champ, par type de gaz à effet de serre et par émissions totales de la municipalité. Les émissions de GES biogéniques doivent être calculées à part et ne sont pas incluses dans le total. Les méthodes de calcul et d'estimation doivent de plus être transparentes et la qualité des données doit être incluse (WRI et al., 2014).

En somme, le GPC est un protocole qui respecte les lignes directrices du GIEC, tout en intégrant des notions de protocoles conçus pour les entreprises. L'inclusion de ces deux types de protocoles permet de réaliser des inventaires à un niveau local avec des sources d'émissions de GES pouvant provenir de l'extérieur du périmètre géographique de la municipalité. Cette description du GPC permet de l'analyser en fonction de la situation québécoise pour ensuite évaluer si ce protocole est adapté pour les petites et moyennes municipalités québécoises.

1.1 Identification du périmètre d'inventaire d'émissions de GES selon le GPC

En premier lieu, la municipalité se doit de définir et de documenter son périmètre de déclaration. Cette étape permet d'identifier les émissions de GES générées à l'intérieur des frontières de la municipalité et à l'extérieur de celles-ci. De plus, elle permet d'identifier toutes les sources d'émissions de GES qui seront comptabilisées dans l'inventaire de la municipalité. Le périmètre d'inventaire qui est défini par la municipalité doit rester constant dans le temps pour faciliter la comparaison. La période sur laquelle les émissions de GES sont calculées doit durer 12 mois. Les GES inclus dans les inventaires produits à l'aide du GPC suivent les lignes directrices de la norme ISO 14064-1 : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'hexafluorure de soufre (SF₆), les perfluorocarbures (PFC) et les hydrofluorocarbures (HFC) et le trifluorure d'azote (NF₃) (ISO, 2018). Les sources des émissions de GES sont intégrées dans six secteurs : l'énergie stationnaire, le transport, les matières résiduelles, les PIUP, les AFUT et les autres sources d'émissions de GES générées à l'extérieur des limites géographiques issues des activités de la

municipalité. La figure 1.1 illustre ces secteurs et les sous-secteurs qui les composent. Les secteurs et sous-secteurs à considérer pour les niveaux *Basic* et *Basic+* décrits précédemment sont également indiqués. (WRI et al., 2014)

	CHAMP 1	CHAMP 2	CHAMP 3
ÉNERGIE STATIONNAIRE			
Bâtiments résidentiels	✓	✓	✓
Bâtiments commerciaux et institutionnels	✓	✓	✓
Bâtiments industriels (secteur manufacturier et de la construction)	✓	✓	✓
Secteur des producteurs d'énergie	✓	✓	✓
<i>Génération d'électricité distribué sur le réseau régional</i>	✓		
Secteur de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche	✓	✓	✓
Sources non spécifiées (autres)	✓	✓	✓
Émissions fugitives provenant des activités d'extraction du charbon	✓		
Émissions fugitives provenant d'activités liées au pétrole et au gaz naturel (extraction, distribution)	✓		
TRANSPORT			
Sur route	✓	✓	✓
Par avion	✓	✓	✓
Par bateau	✓	✓	✓
Par train	✓	✓	✓
Par véhicules hors-route	✓	✓	✓
MATIÈRES RÉSIDUELLES			
Élimination des matières résiduelles générées <u>sur le territoire</u> municipal	✓		✓
Élimination des matières résiduelles générées <u>à l'extérieur</u> du territoire municipal	✓		
Traitement biologique des matières résiduelles organiques générées <u>sur</u> le territoire	✓		✓
<i>Traitement biologique des matières résiduelles organiques générées à l'extérieur du territoire</i>	✓		
Incinération des matières résiduelles générées <u>sur</u> le territoire	✓		✓
<i>Incinération des matières résiduelles générées à l'extérieur du territoire</i>	✓		
Eaux usées générées <u>sur</u> le territoire	✓		✓
<i>Eaux usées générées à l'extérieur du territoire</i>	✓		
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS			
Procédés industriels	✓		
Utilisation de produits	✓		
AGRICULTURE, FORESTERIE ET AUTRES UTILISATION DES TERRES			
Productions animales	✓		
Productions végétales	✓		
Autres sources (excluant le CO ₂ biogénique)	✓		
AUTRES SOURCES (Scope 3)			
Autres sources du scope 3			

Sources couvertes par le GPC	✓
Sources requises pour le BASIC	✓
Sources requises pour le BASIC+	✓
Sources requises pour le total du territoire, mais pas pour BASIC/BASIC+	✓
Sources non applicables ou déjà incluses dans le Scope 3	

Figure 1.1 Secteurs et sous-secteurs avec les champs 1, 2 et 3 requis par le GPC (traduction libre de : WRI et al., 2014, p.13)

Les émissions de GES générées par la municipalité peuvent ainsi provenir du territoire de la municipalité ou de l'extérieur. Pour bien identifier la provenance géographique des sources d'émissions de GES, le GPC

classe ces sources dans trois champs : le champ 1 inclut les émissions de GES produites à l'intérieur des frontières géographiques de la municipalité, le champ 2 inclut les émissions de GES générées par l'apport d'électricité, de chauffage, d'usage de vapeur ou de systèmes de refroidissements à l'intérieur ou à l'extérieur des frontières géographiques et le champ 3 inclut les émissions de GES résultant d'activités de la municipalité, mais produites à l'extérieur des frontières géographiques. La figure 1.2 illustre la portée des trois champs, permettant par le fait même de diminuer considérablement le risque de double comptabilisation (WRI et al., 2014). Dans le cas particulier où un bâtiment appartenant à la municipalité se situe à l'extérieur de ses limites géographiques, il est tout de même possible d'inclure ses émissions de GES dans l'inventaire, sans être une obligation du GPC (WRI et al., 2014). Cette situation illustre une différence notable entre la norme ISO 14604-1 qui utilise le périmètre organisationnel et le GPC qui utilise le périmètre géographique (WRI et al., 2014). En effet, le périmètre organisationnel tel que défini dans la norme ISO 14604-1 comptabilise les émissions de GES issues des opérations ou des infrastructures étant sous le contrôle opérationnel ou financier de l'organisme municipal (ISO, 2018). Cela dit, pour le GPC les seules sources d'émissions de GES obligatoires et provenant de l'extérieur de la frontière géographique sont définies dans le champ 3 et sont illustrées à la figure 1.2 (WRI et al., 2014).

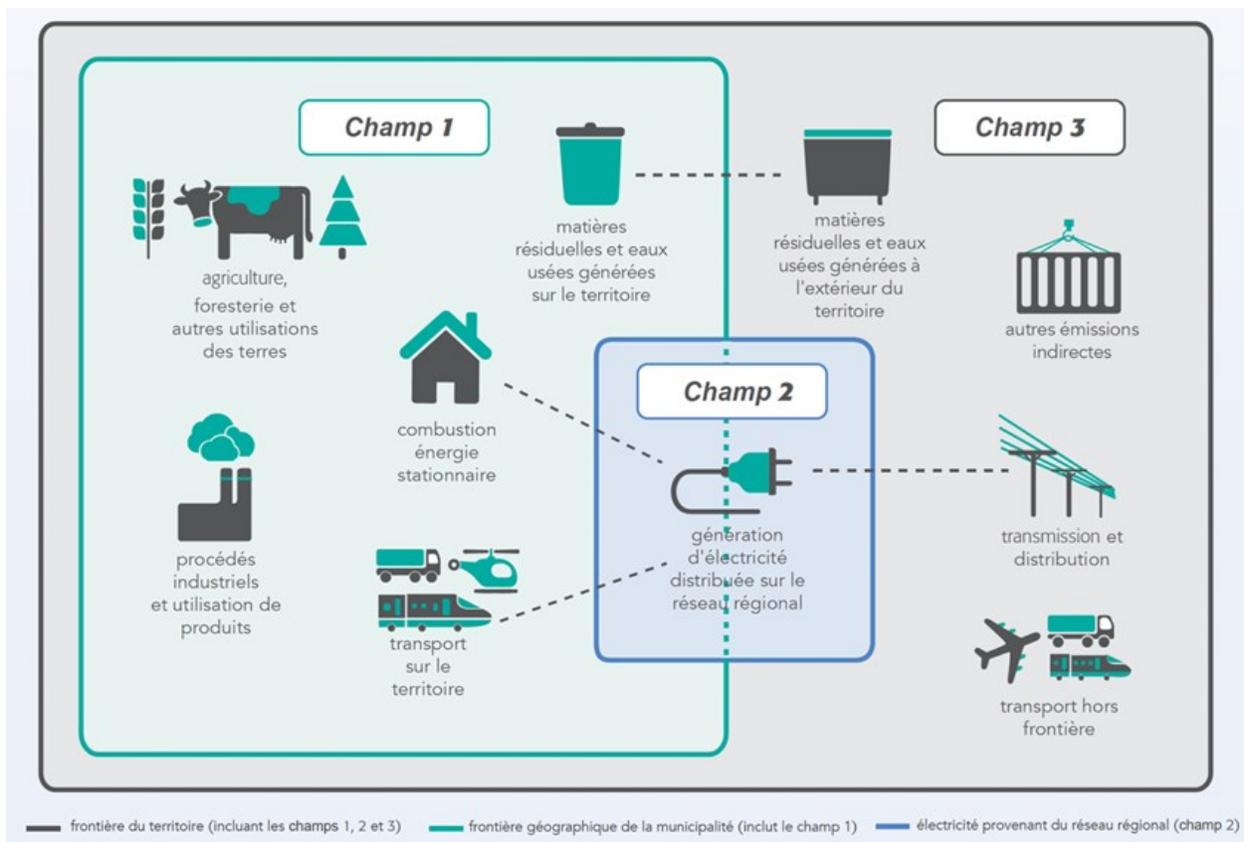


Figure 1.2 Portée géographique des trois champs et des secteurs du GPC (traduction libre de : WRI et al., 2014, p.11)

En ce qui concerne les méthodes de calcul et la gestion des données, le GPC suit les lignes directrices du GIEC et offre des méthodes de gestion des données pour en assurer la validité. Le calcul des émissions de GES est défini par le modèle simplifié suivant :

$$\text{Émissions de GES} = \text{Données d'activités} \times \text{Facteur d'émission}$$

Cette formule définit deux paramètres qui, lorsqu'accessibles, deviennent des indicateurs pertinents permettant de calculer les émissions de GES. Les données d'activités sont une mesure du niveau d'activité d'une opération donnée sur une période de temps définie, notamment le volume de gaz consommé, le kilométrage et la consommation électrique. Elles font donc partie d'enjeux importants rattachés à la qualité des résultats de l'inventaire d'émissions de GES. Une bonne gestion des données dans une municipalité permettrait d'effectuer des calculs avec des données provenant directement de la municipalité et de diminuer les estimations effectuées à l'aide de données du niveau provincial et national. Quant aux facteurs d'émission, le GPC suggère d'utiliser le facteur le plus régional. Si les facteurs d'émissions du rapport d'inventaire national (RIN) le plus récent ne sont pas disponibles, il est possible de prendre les valeurs définies dans la base de données du GIEC en dernier recours (*Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC], s. d.).

Cela dit, puisque les données d'activités sont plus rares à l'échelle municipale pour quelques secteurs, le GPC suggère d'utiliser des données provenant d'inventaires provinciaux ou nationaux et de les mettre à l'échelle. Ce calcul s'effectue à l'aide d'un facteur de mise à l'échelle ayant une corrélation directe avec la variation des émissions de GES calculées. La population est l'un des facteurs les plus utilisés avec cette méthode (WRI et al., 2014). Le nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la municipalité est aussi un facteur de mise à l'échelle pertinent qui a été utilisé pour la réalisation de plusieurs inventaires de municipalités québécoises (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP], 2009). La formule générale permettant de faire ce type d'estimation est définie comme suit :

$$\text{Données mises à l'échelle} = \frac{\text{Facteur de données d'inventaire}}{\text{Facteur des données disponibles}} \times \text{Données disponibles}$$

Où

Données disponibles = données d'activités ou émissions de GES disponibles à l'extérieur des limites de la municipalité

Facteur de données d'inventaire = facteur de mise à l'échelle défini dans la municipalité (par exemple, la population de la municipalité)

Facteur des données disponibles = facteur de mise à l'échelle relié aux données disponibles (par exemple, la population de la province)

Cette méthode, facilement réalisable, peut mener à une plus grande incertitude des émissions de GES estimées. Le GPC propose finalement des facteurs de mise à l'échelle significatifs pour chaque secteur de

l'inventaire de GES. Les résultats des émissions de GES suivent la norme ISO 14604-1 et doivent être présentés en tonnes métriques pour chaque GES inclus dans l'inventaire, ainsi qu'en tonnes d'équivalent CO₂ (t éq. CO₂) (WRI et al., 2014).

1.2 Description des secteurs d'émissions de GES du GPC

Dans cette section, les six secteurs définis dans le GPC sont décrits en détail. Les méthodes de calcul proposées dans le GPC sont aussi résumées. Par la suite, une comparaison de ce qui a déjà été fait en ce qui concerne les méthodes de calcul et de méthodologie avec des inventaires de petites et moyennes municipalités du Québec est présentée.

1.2.1 Énergie stationnaire

Les émissions de GES du secteur de l'énergie stationnaire incluent les émissions liées à la combustion de carburant et les émissions fugitives liées à la distribution de produits pétroliers comme le gaz naturel.

Les émissions de GES provenant de la combustion de carburant et les émissions fugitives provenant de l'intérieur des limites de la municipalité sont incluses dans le champ 1. Les émissions de GES provenant du réseau de distribution d'électricité, de vapeur, de source de chauffage et de climatisation sont quant à elles incluses dans le champ 2, qui inclut les sources d'énergie provenant de l'extérieur des limites de la municipalité. Finalement, le champ 3 inclut les pertes sur les réseaux de distribution décrits précédemment. (WRI et al., 2014)

Méthodes de calcul général du secteur de l'énergie stationnaire

Le GPC suggère cinq méthodes de calcul différentes pour les énergies stationnaires. Les méthodes de calcul de l'énergie stationnaire couvrent différents scénarios, d'une situation idéale où les données d'activités sont entièrement disponibles à des méthodes d'estimations et de mise à l'échelle d'inventaires d'émissions de GES provinciaux ou nationaux.

La première méthode de calcul est la plus précise, car elle consiste à évaluer la consommation de carburant et d'électricité de chaque sous-secteur défini dans la figure 1.1. Les données de consommation de carburant et d'électricité peuvent provenir du point d'utilisation du carburant ou des différents points de vente de la municipalité. Cette méthode peut être difficilement applicable sur le territoire complet de la municipalité, car il y a souvent certaines données d'activités qui sont manquantes ou indisponibles. La seconde méthode suggérée consiste à effectuer des sondages dans la municipalité pour avoir un échantillon de la consommation de certains bâtiments clés. Ensuite, grâce à la superficie habitable des bâtiments de l'échantillon, il est possible de mettre à l'échelle la consommation à l'aide de différents facteurs. La troisième méthode consiste à produire un modèle de consommation d'énergie. Des moyennes d'intensité énergétique par unité de superficie (par exemple, en gigajoules par mètre carré par an) sont ainsi calculées pour différents types de bâtiments à l'aide de différents paramètres (l'année de construction, le type de système de chauffage et de climatisation, le type d'éclairage, etc.). Une fois le modèle défini, il peut être appliqué sur les autres bâtiments ayant les mêmes paramètres que les bâtiments du modèle. La quatrième méthode

consiste à utiliser des données partielles de consommation de carburant quand la totalité des données n'est pas disponible. Par exemple, si des données de ventes de carburant sont disponibles seulement pour quelques fournisseurs de la région, il est possible de les mettre à l'échelle de la municipalité avec des facteurs significatifs comme la population ou la superficie habitable des bâtiments desservis par ces fournisseurs. Finalement, la mise à l'échelle de l'inventaire provincial ou national peut être utilisée en dernière mesure pour l'énergie stationnaire. (WRI et al., 2014)

1.2.2 Transport

Les émissions de GES qui proviennent du secteur du transport sont produites par la combustion de carburant ou par l'utilisation d'électricité par les véhicules de transport et les équipements mobiles.

Les émissions de GES provenant des déplacements effectués dans les limites de la municipalité sont comptabilisées dans le champ 1. Les émissions de GES provenant de l'électricité utilisée par les véhicules électriques provenant du réseau de distribution sont comptabilisées dans le champ 2. Finalement, les déplacements traversant les limites de la municipalité ayant leur point de départ ou leur point d'arrivée dans la municipalité sont calculés dans le champ 3. Les émissions de GES provenant d'aéroports ou de ports avec des déplacements importants à l'extérieur des limites de la municipalité sont aussi incluses dans le champ 3.

Méthodes de calcul général du sous-secteur du transport sur route

Le GPC ne définit pas une méthode de calcul spécifique dans ce sous-secteur. La disponibilité des données d'activités étant très variable d'une région à l'autre, il est en effet difficile de définir des méthodes de calcul précises bien à l'avance. Cela dit, deux options sont proposées :

- Une méthode descendante qui consiste à calculer les émissions à l'aide de la combustion complète de carburant, multipliée par le un facteur d'émission relié à chaque type de carburant;
- Une méthode ascendante qui détaille de façon plus précise les données d'activités selon des paramètres comme le type de véhicule, l'efficacité énergétique du type de véhicule, le type de carburant, etc. (WRI et al., 2014)

Puisque les déplacements traversent souvent les limites géographiques de la municipalité, il est important d'être constant lors de la comptabilisation des émissions de GES du transport sur route à travers les inventaires de GES de la municipalité ou de mentionner les méthodes utilisées dans chaque inventaire. Ainsi, il sera possible de justifier des variations dans les quantités d'émissions de GES issues d'un changement de méthode de comptabilisation. Le GPC énumère quatre différentes méthodes de comptabilisation des déplacements à travers les limites dans la figure 1.3. (WRI et al., 2014)

Comme expliqué au chapitre trois, le modèle utilisé dans les inventaires réalisés dans le cadre du PCM1 est une mise à l'échelle des émissions de GES provinciales rapportées à l'échelle de la municipalité à l'aide des véhicules immatriculés dans la municipalité (MDDEP, 2009).

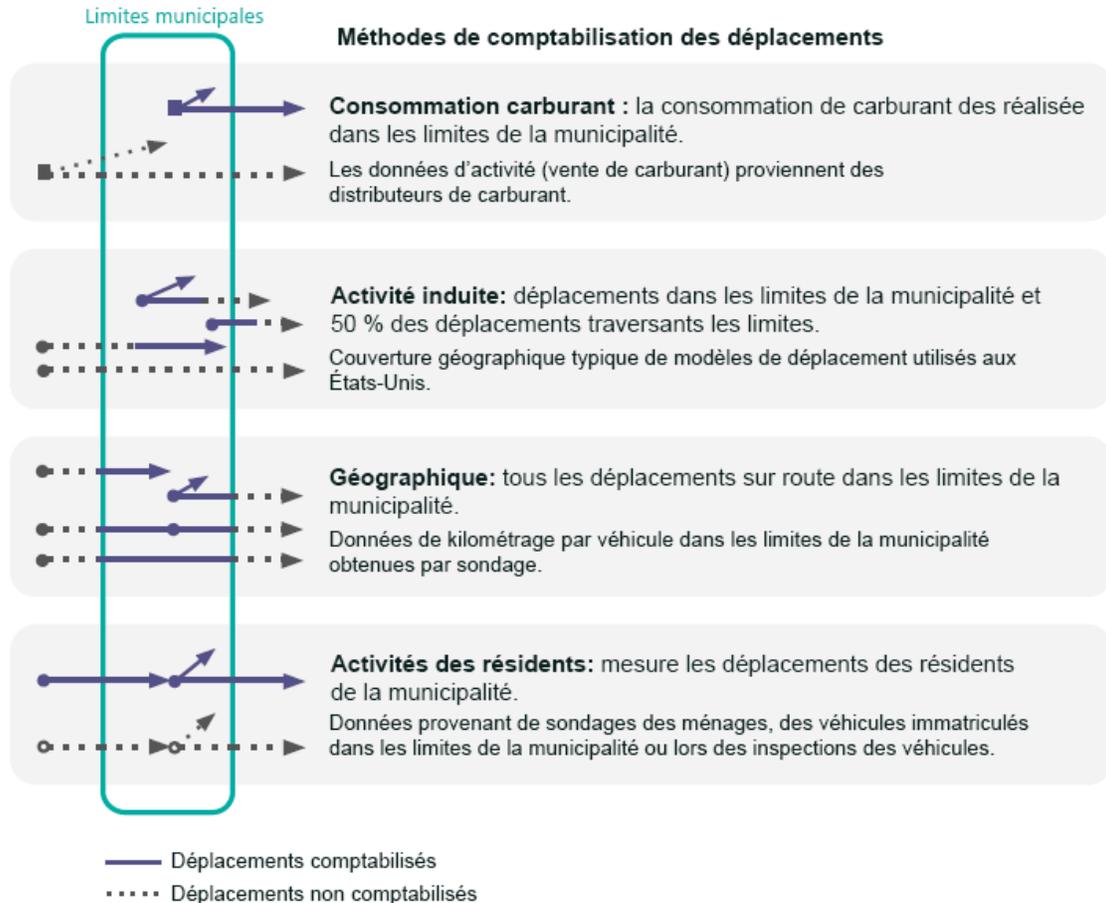


Figure 1.3 Méthodes de comptabilisation des déplacements sur route dans une municipalité
(traduction libre de : WRI et al., 2014, p.77)

Méthodes de calcul général du sous-secteur du transport par train

Le transport par train est utilisé dans les municipalités pour le transport de passagers et de marchandises. Les émissions de GES incluses dans le champ 1 proviennent de la combustion de carburant sur la portion du trajet du train dans les limites de la municipalité. Les municipalités peuvent inclure ou exclure les passages de train qui ne font pas d'arrêts dans les limites de la municipalité et définir leur approche dans leur inventaire. Les données d'activités peuvent provenir de sondages des compagnies ferroviaires ou d'études effectuées aux gares de train pour estimer le nombre d'utilisateurs du transport sur rail. Les émissions de GES incluses dans le champ 2 proviennent de locomotives électriques alimentées par le réseau de distribution d'électricité. Le champ 3 inclut les déplacements de trains provenant de l'extérieur des limites de la municipalité et qui n'effectuent pas d'arrêt dans les limites de la municipalité. (WRI et al., 2014)

Méthodes de calcul général du sous-secteur du transport par bateau

Le transport par bateau inclut, dans le champ 1, la combustion de carburant de tous les déplacements provenant et ayant une destination dans les limites de la municipalité. Les déplacements des bateaux de plaisance sont de ce fait inclus dans cette catégorie. Les données d'activités peuvent être recueillies auprès fournisseurs et distributeurs de carburant, par des sondages effectués dans les marinas et les ports portant sur la distance parcourue par les plaisanciers ou même par des estimations des distances parcourues par le trajet des traversiers. Le champ 2 inclut les émissions de GES de l'électricité lorsque les navires sont à quai et qu'ils sont branchés au réseau électrique. Finalement, les émissions de GES du champ 3 proviennent des déplacements allant à l'extérieur des limites de la municipalité et desservant les besoins de la municipalité (par exemple, le transport de passagers ou de marchandises lié à la municipalité). De plus, les émissions de GES doivent être calculées en fonction de la proportion du carburant utilisé pour les besoins de la municipalité en tenant compte, par exemple, du nombre de citoyens à bord du navire. (WRI et al., 2014)

Méthodes de calcul général du sous-secteur du transport par avion

L'aviation inclut les émissions de GES provenant des déplacements qui se trouvent dans les limites de la municipalité et les émissions des déplacements hors des limites qui servent les besoins de la municipalité. Comme dans le cas du transport par bateau, le champ 1 inclut les émissions de GES de la combustion de carburant des déplacements ayant un départ et une arrivée dans les limites de la ville. Par exemple, les déplacements en hélicoptère ou les écoles de pilotage avec de petits appareils qui décollent et atterrissent au même aéroport. Le champ 2 inclut toutes les émissions générées par la consommation d'électricité lorsque les appareils sont au sol et branchés au réseau de distribution électrique. Finalement, le champ 3 inclut les départs vers une destination à l'extérieur de la municipalité. La proportion du carburant consommé en lien avec les besoins de la municipalité est aussi utilisée dans ce sous-secteur, comme pour le transport par bateau. (WRI et al., 2014)

Méthodes de calcul général du sous-secteur du transport hors route

Dans le cadre du GPC, les émissions de GES provenant des véhicules se déplaçant sur un terrain non aménagé sont incluses dans cette catégorie : véhicules tout terrain, équipements de construction, tracteurs, pelles mécaniques, etc. Les émissions de GES de cette sous-section se retrouvent dans le champ 1 lorsqu'il y a combustion de carburant et dans le champ 2 lorsque l'énergie provient du réseau électrique. De ce fait, toutes les émissions proviennent de l'intérieur des limites de la municipalité. Les données peuvent provenir de sondages et être mises à l'échelle à l'aide de plusieurs facteurs, comme la population de la municipalité ou les véhicules immatriculés sur le territoire municipal. (WRI et al., 2014)

1.2.3 Matières résiduelles

Ce secteur inclut les matières résiduelles solides et les eaux usées générées par la municipalité et traitées à l'intérieur ou à l'extérieur des limites de la municipalité. Le traitement des matières résiduelles génère des émissions de GES par la décomposition aérobie et anaérobie ou par l'incinération. Le champ 1 comptabilise

tous les traitements à l'intérieur des limites de la municipalité. Aucune émission n'est comptabilisée dans le champ 2, car elles se retrouvent dans le secteur de l'énergie stationnaire. Pour sa part, le champ 3 comptabilise les matières résiduelles générées à l'intérieur des limites de la municipalité, mais traitées à l'extérieur de celles-ci. (WRI et al., 2014)

Méthode de calcul général des matières résiduelles solides

Les émissions de GES générées par les matières résiduelles solides sont déterminées par deux paramètres importants : la masse des matières résiduelles et la quantité de carbone organique dégradable contenue dans celles-ci. Le carbone organique dégradable détermine la quantité de CH₄ qui peut potentiellement être généré lors de sa décomposition. Lors de l'incinération, les deux paramètres importants sont la masse et la quantité de carbone d'origine fossile. (WRI et al., 2014)

Pour calculer les émissions de GES, les municipalités doivent obtenir la masse en tonnes métriques des matières résiduelles générées durant l'année de l'inventaire, ainsi que la masse des matières résiduelles produites sur une période antérieure d'au moins 30 ans. Les méthodes de calcul nécessitent aussi l'historique d'utilisation des lieux d'enfouissement technique (LET). Le seul GES inclus dans le calcul des émissions de GES des matières résiduelles est le CH₄. D'autres GES comme le CO₂ sont produits de façon biogénique et ne sont pas comptabilisés dans le calcul total. Le facteur d'émissions est donc relié à la production de CH₄ du LET. Plusieurs paramètres, comme la présence d'un système de captage, caractérisent le potentiel de génération de CH₄ d'un LET et permettent de calculer les émissions à l'aide d'équations fournies dans le GPC. (WRI et al., 2014)

Méthode de calcul général du traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées peut se faire selon des procédés aérobies et anaérobies et il faut de ce fait calculer les émissions de CH₄ et de N₂O (WRI et al., 2014).

Le calcul du CH₄ se fait à l'aide de plusieurs paramètres qu'il faut collecter aux installations de traitement des eaux usées. Il faut dans un premier temps connaître la quantité d'eau traitée sur la période d'inventaire, le type de traitement utilisé et la charge organique des eaux usées de la municipalité. La charge organique des eaux usées peut changer en fonction de la population et des industries présentes dans la municipalité. Le facteur d'émission du CH₄ utilisé est de plus calculé en fonction de la demande biochimique en oxygène (DBO), soit la quantité de carbone organique qui est biodégradable par voie aérobie dans les eaux usées. Quant au calcul du N₂O, il est réalisé pour les eaux usées ayant été traitées et qui sont rejetées dans des plans d'eau, il correspond au cycle de nitrification et de dénitrification. Les paramètres à définir dans l'équation fournie dans le GPC sont la population desservie par le système de traitement des eaux usées et sa consommation alimentaire annuelle de protéines en kilogrammes (kg) par personne par année. (WRI et al., 2014)

1.2.4 PIUP et AFUT

Une description plus brève est nécessaire pour les deux derniers secteurs. Le deuxième chapitre démontre en effet que les municipalités ont peu de compétences dans les domaines inclus dans ces deux secteurs. Le GPC les inclut seulement dans le niveau *Basic+*, donc il est possible pour une municipalité d'exclure ces deux secteurs de son inventaire tout en respectant les lignes directrices du GPC. (WRI et al., 2014)

Aperçu des méthodes de calcul des PIUP

Pour être incluses dans le champ 1, les émissions de GES issues des PIUP doivent absolument provenir des procédés industriels et non d'une combustion de carburant. De ce fait, s'il y a combustion de carburant dans le procédé industriel, il faut l'inclure dans le secteur des énergies stationnaires. Les principales sources d'émissions de GES proviennent de procédés qui modifient de façon chimique ou physique des matériaux. Par exemple, le chauffage du fer dans une fournaise dans l'industrie de l'acier est un procédé qui doit être inclus dans les PIUP. Des méthodes de calcul sont fournies dans le GPC pour les industries des minéraux, métallurgiques et chimiques. De plus, certaines utilisations de produits dans les industries, comme les réfrigérants et les aérosols, produisent des émissions de GES considérables. (WRI et al., 2014)

Aperçu des méthodes de calcul des AFUT

Le secteur des AFUT comptabilise les émissions de GES provenant du bétail dans la production animale, de l'utilisation du territoire qui modifie la composition des sols et de l'utilisation d'engrais dans la production végétale.

Les émissions de GES provenant de la production animale produisent des GES lors de la fermentation entérique, lors du processus de digestion du bétail et lors de la gestion des fumiers des troupeaux. Les calculs se font à l'aide du nombre de bêtes dans les troupeaux, du type de digestion qui leur est associée et de la quantité de nourriture digérée. La fermentation entérique produit du CH₄ et une méthode de calcul est définie dans le GPC pour en tenir compte en fonction du nombre de bêtes et d'un facteur d'émission selon les paramètres énumérés précédemment. La gestion du fumier produit quant à elle du CH₄ et du N₂O : la production de CH₄ est influencée par la quantité de fumier produit et la portion du fumier qui se décompose dans un milieu anaérobie. Les émissions de N₂O produites dépendent de la quantité de nitrogène et de carbone dans le fumier, de la durée de l'entreposage et du type de traitement du fumier. Les émissions de N₂O provenant de la production végétale sont directement liées à l'utilisation d'engrais sur les terres agricoles. Trois facteurs d'émission sont utilisés pour les émissions de GES issues de l'épandage d'engrais : un facteur pour les engrais synthétiques, un facteur pour les émissions issues des terres drainées et un facteur pour l'épandage de fumier. (WRI et al., 2014)

2. POINTS SAILLANTS DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS DE GES DES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES EFFECTUÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME CLIMAT MUNICIPALITÉ

La réalisation des premiers inventaires d'émissions de GES d'organismes municipaux québécois a débuté en 2009. Ces inventaires furent financés en majeure partie par le gouvernement provincial avec le programme Climat municipalités du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques (PACC 2006-2012). Durant la phase 1 du programme Climat municipalités (PCM1), les organismes municipaux ainsi que les MRC avaient donc un accès à de l'aide financière pour réaliser leur inventaire de GES pour bien définir les sources d'émissions de GES, pour cibler les secteurs émettant le plus de GES et pour élaborer les premiers plans d'action de réduction des émissions de GES relatifs aux premiers inventaires (Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec [RNCREQ], 2009). Par la suite, la phase 2 du programme Climat municipalité permettait de soutenir des projets de réduction d'émissions de GES et d'adaptation aux changements climatiques par le financement d'analyses et d'études de faisabilité (5 M\$) et de projets pilotes (35 M\$) (MELCC, s. d.b). Le MDDEP créa le Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal pour offrir une méthodologie de calcul des émissions et pour uniformiser les inventaires municipaux du Québec. La dernière mise à jour de ce document date de juillet 2012.

Le PCM1 a ainsi permis à 253 municipalités et MRC québécoises, représentant 79 % des citoyens du Québec, de réaliser leurs premiers inventaires. La population de ces municipalités varie de 200 à 1,9 million de citoyens. Le bilan des inventaires de toutes les municipalités ayant participé au PCM1, effectué par le MELCC en 2018, permet d'avoir un aperçu des émissions de GES municipales. (MELCC, 2018)

Dans un premier temps, le cadre d'analyse est défini selon des limites qui permettent de bien cibler les municipalités pour lesquelles le GPC est analysé. Ce cadre est défini, entre autres, par la taille de la population, car cette dernière peut avoir une influence importante sur les ressources financières et humaines que l'organisme municipal détient pour mener à terme des projets comme un inventaire d'émissions de GES. Les ressources disponibles de ces municipalités sont en effet un facteur important lorsque vient le temps de choisir un protocole et, par le fait même, le niveau de précision et de complexité de ce dernier (Erickson et Morgenstern, 2016). L'essai identifie par la suite les compétences municipales pour cibler dans quels domaines les municipalités ont la possibilité de mettre en place des mesures de mitigation. À titre d'exemple, certains processus liés aux activités des municipalités peuvent être liés aux mesures de mitigation : l'aménagement du territoire et l'urbanisme, la gestion des infrastructures et les sources de revenu et de financement (Commission municipale du Québec, 2019). Puisque l'objectif d'un inventaire de GES est de cibler les sources émettant le plus de GES pour ensuite mettre en place des mesures de mitigation, il faut s'assurer que la municipalité a la possibilité d'agir sur ces sources par des lois, des règlements, des normes, des politiques ou des guides.

2.1 Municipalités visées par l'analyse et caractéristiques communes

La dimension de la population de la municipalité permet d'estimer les effectifs, les ressources financières et les ressources humaines qu'elle détient pour réaliser des projets tels que des inventaires de GES. Outre la population de la municipalité, il peut être aussi pertinent d'observer les compétences et les pouvoirs des paliers gouvernementaux supérieurs aux municipalités. Par exemple, les MRC et les communautés métropolitaines ont des pouvoirs plus larges que les municipalités sur l'aménagement du territoire et l'urbanisme. Les outils disponibles aux paliers local (municipalité) et supralocal (MRC et communauté métropolitaine) sont décrits à la section 2.2. Il est donc important de définir pour quelles tailles de municipalités, en ce qui concerne la population, l'analyse est réalisée. Le GPC peut être utilisé par « n'importe quelle organisation voulant effectuer l'inventaire pour une zone géographique définie à un niveau sous-national » (WRI et al., 2014). Cela dit, les données du CDP, un organisme à but non lucratif (OBNL) qui consolide et divulgue des données environnementales de plus de 800 villes à travers le monde, démontrent que les populations des villes ayant utilisé le GPC sont considérablement plus élevées que les populations moyennes des municipalités québécoises. Au total, le Canada se retrouve en troisième position des pays où le plus grand nombre de villes ont utilisé le GPC en 2019. Ainsi, 18 villes ont partagé leur inventaire de GES au CDP. La moyenne de population des villes canadiennes ayant utilisé le GPC était d'environ 700 000 personnes en 2019 avec Toronto et Montréal au sommet des plus grandes villes. Les moyennes des populations des villes américaines, européennes et du reste du monde sont incluses dans le tableau 2.1 à titre de comparaison. Dans tous les cas, la moyenne mondiale est de plus de 500 000 habitants.

Tableau 2.1 Populations moyennes des villes ayant utilisé le GPC (compilation d'après : CDP et ICLEI, 2019)

Territoire	Nombre de villes	Population moyenne des villes
Canada	18	697 333
États-Unis	69	594 604
Europe	36	1 182 136
Monde	309	1 253 956

Sur le plan régional, au Québec, seulement 10 villes ont une population de plus de 100 000 habitants (voir le tableau 2.2). La moyenne des populations municipales du Québec était de 10 205 personnes en 2019 et 99 % des municipalités avaient moins de 100 000 personnes (Institut de la statistique du Québec, 2020). Si le GPC devient un protocole standard, le contexte de disponibilités de ressources des petites et moyennes municipalités sera différent de celui des métropoles qui ont généralement tendance à l'utiliser. De ce fait, il est pertinent d'examiner la situation de quelques municipalités québécoises ayant réalisé des inventaires d'émissions de GES et les caractéristiques qui les définissent.

Tableau 2.2 Distribution des municipalités selon leur classe de population (tiré de : Commission municipale du Québec, 2019, p.14)

Classe de population	Nombre de municipalités
1 - 1 999	716
2 000 - 9 999	289
10 000 - 24 999	58
25 000 - 99 999	35
100 000 et plus	10

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2013) a déterminé que 50 % des GES produits au Québec se retrouvent sous le contrôle, direct ou indirect, des municipalités. Sachant que l'objectif du Plan pour une économie verte 2030 est de réduire de 37,5 % les émissions de GES d'ici 2030, les municipalités ont un rôle important dans l'atteinte de cet objectif (Gouvernement du Québec, 2020). À titre d'exemple, les objectifs de plans d'action de réduction des émissions de GES de quelques municipalités ont été comptabilisés dans le tableau 2.3. Mis à part Montréal, les municipalités ou organismes municipaux de ce tableau comptent moins de 100 000 habitants. Cet exercice est réalisé pour évaluer l'impact des actions mises en place par les municipalités. Les municipalités qui figurent au tableau 2.3 ne représentent pas l'ensemble des municipalités qui ont adopté un plan d'action pour la réduction des émissions de GES.

Tableau 2.3 Résultats d'émissions de GES et objectifs des plans d'action de réduction de GES municipaux (compilation d'après : AECOM, 2014, p. 8; CIMA et ZERO CO₂, 2013, p. 8; Développement Vaudreuil-Soulanges [DEV], 2019, p. 26; Duplessis, 2013, p. 5; Enviro-accès, 2013b, p. 9; Enviro-accès, 2013a, p. 9; et Enviro-accès, 2014, p. 9)

Municipalités, ville et MRC	Année d'inventaire	Durée du plan d'action (années)	Inventaire total GES (t éq. CO ₂)	Objectifs de réduction totale sur la durée du plan d'action	
				T éq. CO ₂	%
Granby	2009	5	247 507	741	0,3 %
Saint-Lambert	2009	5	59 493	306	0,5 %
Saint-Basile-le-Grand	2010	5	68 243	641	0,9 %
Causapscal	2010	5	16 006	91	0,6 %
Baie-Saint-Paul	2010	5	57 160	334	0,6 %
Montréal	2014	8	236 090	14 329	6,1 %
MRC Vaudreuil-Soulanges	2016	5	784 004	100 000	12,8 %

Les différents objectifs de réduction ne sont pas énumérés dans le but de les comparer, car les inventaires n'ont pas tous suivi la méthodologie issue du PCM1. Le but est plutôt de souligner qu'il y a une réelle disparité entre les objectifs de réduction du gouvernement provincial, qui visait une réduction de 20 % de la totalité des GES pour 2020, et ceux des organismes municipaux québécois. Des réflexions sont alors nécessaires pour comprendre pourquoi une si petite diminution des GES est visée dans les plans d'action des municipalités. La comparaison entre les mesures de mitigation reliées aux premiers inventaires d'émissions de GES effectués avec le guide du PCM1 et les mesures de mitigation issues d'un inventaire

réalisé avec le GPC peut fournir quelques pistes de résolution. Dans la comparaison qui suit, les cas de la Ville de Granby et de la MRC de Vaudreuil-Soulanges sont utilisés. L'inventaire de Granby a été réalisé pour l'année 2009 et son plan d'action vise la période de 2013 à 2017 alors que l'inventaire de la MRC de Vaudreuil-Soulanges date de 2016 et son plan d'action s'étale de 2020 à 2025. Dans un premier temps, les deux régions ont mis en place des mesures de mitigation dans les trois secteurs du niveau *Basic* du GPC : l'énergie stationnaire, le transport et les matières résiduelles. Les plus grandes réductions d'émissions de GES de la MRC de Vaudreuil-Soulanges sont réalisées grâce à l'amélioration et l'intégration des services et du transport collectif. Elles totalisent 91 100 t éq. CO₂ et constituent plus de 90 % du total des réductions prévues par le plan d'action. Des mesures de mitigation sont également prévues dans le secteur de l'AFUT en intégrant de meilleures pratiques d'agriculture. De plus, il est pertinent de prendre en compte la mesure qui vise un développement de milieux de vie urbains avec des services de proximité et durables. Une mesure pour laquelle les réductions d'émissions de GES sont difficilement calculables, mais qui risque de conduire à des réductions considérables sur le plus long terme. En effet, grâce au développement de l'offre de biens et de services de proximité dans les municipalités, les transports actifs occuperont une part plus importante des déplacements, ce qui permettra de réduire les émissions de GES (DEV, 2019). Dans un deuxième temps, Granby a intégré un plus grand nombre de mesures de mitigation reliées aux opérations de la municipalité (comptabilisées dans la catégorie inventaire corporatif du PCM1). Ce type de mesures de mitigation sont en caractères gras dans le tableau 2.4. Quant au secteur de l'énergie stationnaire, deux mesures sont applicables sur la totalité des émissions de la municipalité, tandis que trois visent principalement les bâtiments municipaux (CIMA et ZERO CO₂, 2013). De son côté, la MRC de Vaudreuil-Soulanges compte réduire l'utilisation de combustibles fossiles dans les bâtiments municipaux. Le tableau 2.4 résume bien les mesures de mitigation potentielles pour une MRC et pour une municipalité. Les mesures de mitigation ayant le plus d'impact sont celles dans le secteur des transports, puisque c'est le secteur de ces inventaires générant le plus d'émissions de GES. Par la suite, les secteurs sont répertoriés en ordre d'importance de réduction d'émissions de GES : les matières résiduelles, l'AFUT et l'énergie stationnaire pour la MRC de Vaudreuil-Soulanges et les matières résiduelles et l'énergie stationnaire pour Granby. La MRC de Vaudreuil-Soulanges a aussi trois mesures qui touchent la gouvernance et, malgré le fait qu'elles ne génèrent aucune réduction d'émissions de GES, qui élargissent la portée du plan d'action de réduction des émissions de GES. Les trois mesures établiront une structure de gouvernance pour la mise en œuvre du plan d'action, l'instauration d'un système de suivi régional des réductions des émissions de GES et la sensibilisation et l'éducation sur les changements climatiques et la réduction des émissions de GES (DEV, 2019).

Tableau 2.4 Mesures de mitigation de la Ville de Granby et de la MRC de Vaudreuil-Soulanges (compilation d'après : CIMA et ZERO CO₂, 2013, p.8 et DEV, 2019, p.26)

Secteur	Mesures de mitigation de la MRC Vaudreuil-Soulanges	Réductions d'émissions de GES (t éq. CO ₂)	% de réduction de l'inventaire d'émissions de GES total	Mesures de mitigation de la Ville de Granby	Réductions d'émissions de GES (t éq. CO ₂)	% de réduction de l'inventaire d'émissions de GES total
Transport	<ul style="list-style-type: none"> Améliorer et intégrer les services de transport collectif; Optimiser l'accès au transport actif dans le développement des voies urbaines; Intégrer des véhicules électriques dans les flottes de véhicules municipaux; Développer une campagne régionale de sensibilisation sur la marche au ralenti; Développer une campagne régionale de sensibilisation sur l'écoconduite; Augmenter l'accès aux bornes de recharge électrique. 	94 480	12,05 %	<ul style="list-style-type: none"> Étude d'optimisation de la flotte de véhicules de la municipalité; Installation de coupe-moteurs sur six véhicules municipaux identifiés comme fonctionnant inutilement au ralenti; Formation des employés à la conduite écoénergétique; Entretien des véhicules de la municipalité; Acquisition de véhicules hybrides ou électriques dans la flotte de la municipalité; Utilisation du biodiesel pour les véhicules de la municipalité. Remplacement d'équipement de tonte à essence; Campagne de sensibilisation à la diminution de la marche au ralenti; Promotion des chauffe-moteurs; Promotion de modes de transport alternatifs; Implantation de pistes cyclables; Construction d'un carrefour giratoire (fluidité de la circulation); Détecteurs de présence automobile aux intersections. 	702	0,28 %
Matières résiduelles	<ul style="list-style-type: none"> Détourner les matières organiques de l'enfouissement; Valoriser les boues d'épuration municipales et des fosses septiques; Faciliter le potentiel de nouvelles synergies entre les industries, commerces et institutions (tonnes de matières détournées des sites d'enfouissement). 	4 570	0,58 %	<ul style="list-style-type: none"> Implantation d'un système de tri et de traitement des matières résiduelles; Programme de subventions à l'achat de composteurs domestiques; Valorisation accrue des boues d'épuration; Évaluation du traitement des boues d'épuration par biométhanisation; Subventions et campagne de sensibilisation à l'utilisation de couches lavables; Sensibilisation et initiatives visant la réutilisation de la marchandise; Campagne auprès de la population visant à encourager l'achat local et responsable (réduction des matières résiduelles à la source). 	30	0,01 %
Énergie stationnaire	<ul style="list-style-type: none"> Réduire l'utilisation des sources énergétiques émettrices de GES dans les bâtiments municipaux. 	300	0,04 %	<ul style="list-style-type: none"> Conversion du système d'éclairage public et de signalisation à la technologie DEL; Remplacement de certaines chaudières au gaz naturel par des modèles plus performants pour les bâtiments de la municipalité; Réduction de l'utilisation de gaz naturel à l'aréna; Étude concernant l'ensemble des bâtiments; Promotion des programmes d'efficacité énergétique résidentielle. 	9	0,00 %
Agriculture, foresterie et autres utilisations des terres (AFUT)	<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir de meilleures pratiques agricoles permettant de réduire les émissions de GES; Réduire les îlots de chaleur par l'implantation de zones vertes; Favoriser les initiatives en agriculture urbaine. 	650	0,08 %	<ul style="list-style-type: none"> Plantation d'arbres; Préservation des tourbières 		
Autres	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser le développement de milieux de vie urbain de proximités et durables. 					

La Commission municipale du Québec (2019) a déterminé que les municipalités de moins de 100 000 habitants se ressemblent au niveau des compétences législatives, de la structure administrative et des caractéristiques socio-économiques. De ce fait, l'analyse est effectuée sur les municipalités de moins de 100 000 habitants en s'appuyant, entre autres, sur les compétences municipales qui touchent les secteurs des inventaires d'émissions de GES.

Au Québec, 1 098 municipalités ont donc une population de moins de 100 000 habitants et présentent des caractéristiques distinctes qui les définissent, tant au niveau socio-économique qu'au niveau législatif. Un premier rapport de la Commission municipale du Québec, produit en 2019, permet d'avoir une description intéressante des organismes municipaux de moins de 100 000 habitants, des enjeux, des processus et des lois qui les encadrent. Le terme « petites et moyennes municipalités » inclut donc, dans le cadre de cet essai, les municipalités ayant moins de 100 000 habitants.

Les secteurs et sous-secteurs inclus dans l'inventaire de GES doivent donc être liés aux compétences municipales des petites et moyennes municipalités. Les émissions de GES de chaque secteur de l'inventaire de GES sont donc des indicateurs qui permettent de voir les résultats des mesures de mitigation élaborées par les municipalités sur leur territoire. Le portrait des compétences municipales qui suit propose les secteurs pour lesquels les petites et moyennes municipalités ont la possibilité de mettre en place des mesures de mitigation.

2.2 Portée des compétences municipales et des mesures de mitigation possibles pour réduire les émissions de GES

Les petites et moyennes municipalités pourraient avoir un plus grand impact en ce qui concerne la réduction des émissions de GES en agissant au-delà des opérations de l'organisme municipal. Ainsi, les émissions de l'inventaire collectif du PCM1 sont définies par les deux secteurs suivants : les matières résiduelles, qui représentent en moyenne 7 % du total des émissions, et le transport routier, qui représente 93 % des émissions (MELCC, 2018). D'autres émissions provenant de secteurs considérés facultatifs par le programme climat municipalités n'ont pas été calculées, soit les émissions associées aux secteurs industriel, commercial et institutionnel, résidentiel et agricole ainsi qu'aux transports aérien, maritime et ferroviaire. Les lois et les règlements relatifs aux municipalités visent majoritairement la planification et l'aménagement du territoire (Commission municipale du Québec, 2019). La *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* vient soutenir un aménagement durable du territoire à l'aide d'outils comme le schéma d'aménagement et de développement (SAD), le plan d'urbanisme (PU) et les règlements d'urbanismes. D'autres lois donnent aux municipalités des pouvoirs qui leur permettent d'intervenir, entre autres, dans le développement économique, le transport et le traitement des eaux usées. Les leviers disponibles pour mettre en place ces actions incluent l'implantation de taxes, l'adoption de règlements, la demande de permis, l'augmentation des dépenses dans un domaine donné ou la mise en place d'ententes avec des sous-traitants (Commission municipale du Québec, 2019). Le tableau 2.5 résume les différents outils d'aménagement du territoire à la disposition des différents paliers gouvernementaux. Dans le contexte

actuel des petites et moyennes municipalités québécoises, la densification et le ralentissement de l'étalement urbain sont au cœur de la lutte aux changements climatiques. Le principe consiste à augmenter le nombre d'habitants dans l'espace urbain et d'y rendre disponibles les activités nécessaires à une vitalité économique durable. Ainsi, les habitants utilisent moins de combustibles fossiles pour leurs déplacements quotidiens. Ce type d'orientation d'aménagement dont une municipalité peut se doter pourrait avoir un impact considérable sur les émissions de GES issues du transport, qui est le secteur émettant le plus de GES selon le Profil des émissions de gaz à effet de serre des organismes municipaux du Québec (MELCC, 2018). Le verdissement des quartiers urbains est aussi une politique intéressante, puisque les arbres et les végétaux captent une quantité considérable de GES.

Tableau 2.5 Outils législatifs encadrant les actions d'aménagement du territoire en lien avec des actions de réduction d'émissions de GES (tiré de : Commission municipale du Québec, 2019, p. 22)

Outil	Palier	Description
Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD)	Communautés métropolitaines	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de faire des choix et de prendre des décisions en matière d'aménagement et de développement pour les MRC incluses dans la communauté métropolitaine; • Définit des orientations, des objectifs et des critères afin d'assurer la compétitivité et l'attractivité du territoire de la communauté métropolitaine.
Schéma d'aménagement et de développement (SAD)	MRC	<ul style="list-style-type: none"> • Établit les lignes directrices de l'organisation du territoire d'une MRC; • Permet de planifier et de coordonner les choix et les décisions qui touchent l'ensemble des municipalités concernées.
Plan d'urbanisme (PU)	Municipalités	<ul style="list-style-type: none"> • Établit les lignes directrices de l'organisation du territoire d'une municipalité tout en présentant une vision d'ensemble de son aménagement; • Contient les politiques et les actions que le conseil municipal entend mettre en œuvre en matière d'urbanisme.
Règlements d'urbanisme	Municipalités	<ul style="list-style-type: none"> • Permettent la mise en application du plan d'urbanisme en fixant, par exemple, des règles, des normes et des critères.

Par l'entremise de ces quatre outils, il est possible pour une municipalité d'agir sur des activités ou des secteurs qui génèrent une quantité importante de GES. Dans un premier temps, il est possible pour la municipalité de contrôler l'étalement urbain. Cette problématique, observée depuis les 50 dernières années, augmente considérablement partout à travers la province. Cette tendance est d'autant plus observée dans les municipalités limitrophes à la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). En effet, 100 000 navetteurs de ces municipalités se déplacent quotidiennement vers la CMM pour se rendre au travail et 94 % effectuent leurs déplacements en automobile (CMM, 2020). L'étalement urbain engendre une quantité plus importante de GES, car les individus habitent plus loin des centres urbains, des pôles économiques, des commerces et de leur lieu de travail. À travers son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD), la CMM délimite les territoires des 82 municipalités qui la composent et qui pourront être urbanisés d'ici 2031. Les municipalités situées à l'extérieur de la CMM ne sont pas soumises au PMAD, mais plutôt à des règlements issus de leurs PU et SAD (Grenier, 2020, 14 janvier).

2.2.1 Le développement et l'aménagement du territoire

Une des stratégies à adopter à travers les outils disponibles serait donc de mettre en place un modèle d'urbanisation qui permette de réduire l'étalement urbain. Concrètement, cette action se traduit par la délimitation des périmètres d'urbanisation et par la description de la structure de ces aires urbaines. La structure des aires urbaines doit inclure une mixité des usages pour diversifier les milieux de vie avec des services et des commerces à distance de marche. Contenir l'étalement urbain permet de diminuer ou de contrôler la distance des déplacements réguliers des personnes (Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir [MAMSL], 2004). Les territoires urbains ainsi définis doivent par la suite être structurés selon différents axes économiques et offrir une diversité de pôles d'activités à des distances raisonnables des milieux résidentiels. Lorsque les commerces et les services sont denses et situés près des résidences, la distance des déplacements quotidiens et, par le fait même, les émissions de GES issues du transport routier sont considérablement réduites. Cela dit, les villes au Québec n'ont pas suivi ce type de développement dans les 50 dernières années et ont souvent étalé leur périmètre urbain. Pour contrer les émissions de GES issues de ce type de développement des banlieues, des stratégies de développement des transports en commun peuvent être envisagées. D'un autre côté, pour ne pas continuer à construire des banlieues éloignées des centres économiques, il est possible pour une MRC de définir dans son SAD des zones prioritaires d'aménagement et de préciser les affectations de ces zones et les densités de population prévues pour augmenter la concentration urbaine de la municipalité (MAMSL, 2004). Les municipalités doivent préciser dans leur PU, à un niveau plus local, les orientations de développement du territoire de leur MRC. Pour la mise en œuvre de ces orientations, les municipalités doivent finalement faire une mise à jour de la réglementation municipale et développer les infrastructures utilisées par ses citoyens pour catalyser ce genre de changement. Par exemple, augmenter le nombre minimal d'étages d'un édifice, permettre un rapprochement accru des bâtiments ou aménager les trottoirs et les pistes cyclables pour améliorer le transport actif sont des moyens qui peuvent être utilisés.

Aussi, il est possible de prioriser les projets d'aménagement d'ensemble (PAE) dans les périphéries urbaines à l'aide de plus petits projets qui peuvent réaménager des terrains ou des bâtiments obsolètes. Cela peut se traduire, entre autres, par la densification résidentielle sur un ancien terrain utilisé par un centre commercial et par la diversification des usages avec des commerces et des services accessibles à pieds ou à vélo. Ce type de développement doit être planifié dans le PU de la municipalité. Dans ce dernier, une composante importante permet de mettre de l'avant des projets d'ensemble. En effet, le programme particulier d'urbanisme (PPU) peut mettre en valeur l'importance d'un ou plusieurs secteurs qui ont des caractéristiques physiques, sociales et économiques propres (MAMH, s. d.d). Un règlement sur le PAE doit aussi être adopté et devient utile lorsque de nouveaux quartiers en périphérie sont planifiés ou quand des municipalités prévoient un changement de fonction de certaines zones (MAMH, s. d.f).

Les municipalités ont aussi une possibilité d'action sur les infrastructures de transport pour optimiser l'utilisation du vélo, de la marche ou du transport en commun. Ces actions passent nécessairement par l'aménagement des voies de circulation. Permettre l'accès des zones industrielles, institutionnelles ou

commerciales en transport en commun, à vélo ou à pied depuis les zones résidentielles est aussi un moyen de réduction des émissions de GES. La planification de ce type d'aménagement s'effectue dans le PU et permet d'intégrer aux infrastructures de transport les objectifs de tels aménagements : assurer un accès alternatif à certaines zones de la municipalité et réduire les émissions de GES. Ces actions d'aménagement des infrastructures de transport peuvent être ajoutées au règlement de lotissement où le tracé des voies de circulation est détaillé.

2.2.2 La gestion de l'eau et des matières résiduelles

Un autre secteur dans lequel les municipalités ont des pouvoirs est le traitement des eaux usées. À travers les infrastructures et les services d'aqueduc, la municipalité peut contrôler les périmètres d'urbanisation en fournissant les services de traitement dans ces zones. Il est également possible pour les municipalités de réduire la consommation d'eau en instaurant des compteurs ou en planifiant les périodes d'arrosage (MAMH, s. d.a). Sachant que les systèmes anaérobies des fosses septiques génèrent plus de GES par habitant qu'une usine de traitement des eaux usées, rattacher des habitations au réseau d'aqueduc devient une option intéressante (MELCC, 2018).

À travers leur compétence dans le domaine de l'environnement, les municipalités régissent la gestion des matières résiduelles. En adoptant un règlement, il est possible de créer ou de gérer un système d'élimination ou de valorisation des matières résiduelles. Les pouvoirs que détiennent les municipalités dans ce domaine sont encadrés par la *Loi sur la qualité de l'environnement* et la *Loi sur les compétences municipales*. Les municipalités peuvent mettre en place une multitude d'actions en lien avec la gestion des matières résiduelles. Par exemple, la mise en place d'une collecte sélective, de l'exploitation d'un centre de tri ou du financement des dépenses de la gestion des matières résiduelles par une taxe sont des actions réalisables par une municipalité. Il est de plus possible de diluer ces coûts par des ententes avec les MRC et de centraliser les opérations de plusieurs municipalités. (MAMH, s. d.c)

2.2.3 La gestion des terres agricoles et la conservation

Pour ce qui est du contrôle des activités agricoles sur le territoire municipal, il est plutôt défini par la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*. Une municipalité a peu de compétences dans le domaine des activités agricoles de leur territoire. La Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ), chargée de la protection des terres agricoles, est l'entité qui assure la gestion des zones agricoles. Les règlements d'urbanisme émis par une municipalité visent surtout à réduire les pressions des autres usages autour de la zone agricole pour atteindre les objectifs de protection du territoire agricole. La municipalité peut tout de même émettre des conditions pour l'obtention d'un permis d'élevage porcin sur son territoire dans le but de favoriser une meilleure acceptabilité sociale. Par exemple, une municipalité peut avoir recours à un contingentement des élevages porcins dans les zones agricoles définies dans le SAD de la MRC (MAMH, s. d.b). Les responsabilités municipales sont donc moindres en ce qui concerne les activités agricoles (CPTAQ, s. d.).

L'aménagement des municipalités passe aussi par des stratégies de conservation des espaces verts, par le reboisement d'espaces vacants et par la reconnaissance de la forêt comme élément important pour l'environnement et le milieu socio-économique de son territoire. Sachant que les végétaux sont des puits de GES, l'ajout d'arbres sur le territoire de la municipalité peut favoriser une réduction des émissions de GES lors de la comptabilisation (Ressources naturelles Canada, 2020a). Les actions possibles pour la municipalité passent par les règlements d'urbanisme qui peuvent inclure des dispositions concernant l'abattage ou la plantation d'arbres.

L'aménagement du territoire est donc un outil considérable pour réduire, de façon efficace et sur le long terme, les émissions de GES collectives d'une municipalité. Les actions possibles sont diverses : la réduction de l'étalement urbain, les PAE permettant un développement mixte avec des commerces et des services à proximité des résidences, l'amélioration des infrastructures de transport et les stratégies de conservation et d'amélioration des espaces verts. De ce fait, cette section démontre que les sources d'émissions affectées par ces types d'actions sont pertinentes dans un inventaire d'émissions de GES. Cela dit, la méthode d'estimation des émissions de GES doit permettre d'observer l'impact de ces actions.

2.3 Périmètre de déclaration des municipalités tel que défini par le guide du PCM1 : méthodes de calcul et données d'activités

Dans le cadre de l'analyse de cet essai, il est important de définir le périmètre de déclaration des municipalités afin de voir quelles données sont nécessaires pour estimer les émissions et les suppressions directes et indirectes de GES. Les émissions de GES générées par les municipalités sont également soumises aux cinq principes définis dans la norme ISO 14064-1 : la pertinence, la complétude, la cohérence, l'exactitude et la transparence (ISO, 2018). Par la suite, il est pertinent de comptabiliser les gaz inclus dans l'inventaire selon les sources de GES et de déterminer si les émissions sont directes ou indirectes. Dans les paragraphes suivants, les données d'activités nécessaires au calcul des émissions de GES et les indicateurs de qualité des résultats sont définis. La description des données d'activités nécessaires pour un calcul suivant le GPC est également effectuée. Les méthodes de calculs sont, pour le moment, mises de côté, car elles sont résumées, dans la plupart des cas, par la formule suivante : les données d'activités multipliées par les facteurs d'émissions reliés à la source d'émissions de GES (WRI et al., 2014). Le détail des calculs est donné dans les chapitres suivants.

L'objectif ici est d'analyser les modèles de quantification et les méthodes de calcul des émissions de GES pour les sources d'émissions considérées dans l'inventaire selon les caractéristiques suivantes :

« le degré d'exactitude avec lequel le modèle représente les émissions de GES; ses limites d'application; son incertitude; la reproductibilité des résultats; l'acceptabilité du modèle, l'origine et le niveau de reconnaissance du modèle; et la cohérence par rapport à l'usage prévu » (ISO, 2018, p. 10).

Une attention particulière est portée sur la cohérence entre les actions réalisables par les municipalités et les sources d'émissions considérées dans l'inventaire. En effet, les mesures de mitigation, définies dans le

chapitre 2.2 selon la portée des compétences des municipalités, permettent de définir le niveau d'importance de chaque source d'émissions pour les inventaires de petites et moyennes municipalités. De plus, il doit y avoir une relation de corrélation entre les mesures de mitigation mises en place et les données d'activités nécessaires à la réalisation de l'inventaire. Cette corrélation est nécessaire à plus long terme, car elle permet d'observer les variations des émissions de GES résultant des actions mises en place. Cela dit, il serait tout de même important, à court terme, d'avoir un inventaire le plus complet possible afin de respecter le principe de complétude de la norme ISO 14604-1. Un exemple concret, applicable aux inventaires effectués dans le cadre du PCM1, est celui du calcul des émissions de GES du secteur des transports : les estimations sont effectuées selon le nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la municipalité et, de ce fait, certaines mesures de mitigation qui n'influencent pas la quantité de véhicules sur le territoire pourraient ne pas être captées par l'inventaire des émissions de GES. Ainsi, d'autres mesures de mitigation, influençant la distance parcourue par les véhicules dans le périmètre géographique de la municipalité par exemple, n'auraient en aucun cas influencé le résultat de ce secteur. En somme, les méthodes de calcul choisies pourraient ne pas parvenir à capter les variations des émissions de GES d'un secteur donné, d'où l'importance d'inclure des données réelles locales et de minimiser au maximum les estimations.

2.3.1 Périmètre de déclaration de l'inventaire du PCM1 et caractéristiques des sources d'émissions des GES

Dans le cadre du PCM1, les inventaires de GES ont été divisés en deux catégories distinctes. Dans un premier temps, l'inventaire corporatif comptabilise les émissions des bâtiments municipaux et autres infrastructures, de la flotte de véhicules de la municipalité et du traitement des eaux usées. Dans un second temps, l'inventaire collectif couvre deux secteurs : le transport routier et la gestion des matières résiduelles. Des secteurs facultatifs ont aussi été intégrés par certaines municipalités, mais ne sont pas inclus dans cette section. Les GES inclus dans les inventaires du PCM1 sont les suivants : le CO₂, le CH₄, le N₂O, le SF₆, les PFC et les HFC. Le niveau de contrôle de l'organisme municipal est aussi défini dans l'inventaire corporatif : si la municipalité exerce un contrôle sur la source d'émission, les émissions sont qualifiées comme étant de contrôle direct et, inversement, si l'activité est générée par une autre organisation ou un sous-traitant, le contrôle est indirect. Finalement, les calculs sont effectués sur une période d'un an dans les inventaires municipaux. (MDDEP, 2009)

Les émissions corporatives sont réparties selon trois secteurs directement reliés aux activités de l'administration municipale. Les données d'activités nécessaires et les méthodes de calcul sont définies dans le tableau 2.6. Lorsque les données d'activités ne sont pas disponibles pour compléter le calcul, des estimations sont disponibles à partir de sources tels le GIEC et les inventaires nationaux ou provinciaux. Par exemple, les Lignes directrices 2006 du GIEC permettent d'estimer les émissions de GES fugitives des systèmes de refroidissement selon le type de système utilisé. Pour le calcul des émissions de GES des bâtiments et des véhicules, la méthode préconisée est celle qui utilise la consommation réelle de l'énergie (combustible, électricité, etc.) puisqu'elle est plus précise. Ensuite, pour les émissions de GES issues du

traitement des eaux usées, des estimations du volume d'eau peuvent être réalisées selon la population desservie par les fosses septiques et les stations d'épuration. (MDDEP, 2009)

Tableau 2.6 Méthodes d'estimation et données d'activités nécessaires pour le calcul des émissions de GES dans le PCM1 (inspiré de : MDDEP, 2009, p. 10 à 34)

Catégorie	Secteurs	Sources	Données d'activités	Exemples de méthodes d'estimation
Inventaire corporatif	Bâtiments municipaux et autres installations (infrastructure de traitement de l'eau potable, éclairage et signalisation)	Émissions directes d'une source de combustion fixe	Consommation de propane et de mazout (litres ou mètres cubes)	Consommation d'une année précédente ou d'une installation comparable
		Émissions indirectes provenant de la consommation d'électricité	Kilowattheure (kWh)	Consommation d'une année précédente ou d'une installation comparable
		Émissions fugitives provenant des systèmes de réfrigération	Fuites de HFC et de PFC (tonnes)	Estimation à partir des lignes directrices du GIEC selon l'utilisation du système (domestique, commerciale, etc.)
Inventaire corporatif	Véhicules et équipements motorisés (flotte municipale, pompes et génératrices et véhicules motorisés des sous-traitants)	Combustion du carburant	Quantité de carburant consommé (litres)	Estimation à partir du kilométrage parcouru
		Émissions fugitives provenant des systèmes de réfrigération	Fuites de HFC et de PFC (tonnes)	Estimation à partir des lignes directrices du GIEC selon l'utilisation du système (fluide frigorigène de transport ou climatisation mobile)
Inventaire corporatif	Traitement des eaux usées	Fosses septiques, soit les principales sources de CH ₄	Population desservie par une fosse septique (nombre d'habitants) et quantité de boues vidangées (kg DBO)	Estimation du volume de boues vidangées selon les données du fournisseur
		Stations d'épuration ou rejet de N ₂ O dans l'effluent	Population desservie par le réseau d'égout (nombre d'habitants) et quantité de boues vidangées (kg DBO)	-
Inventaire collectif	Gestion des matières résiduelles	Lieu d'enfouissement technique	Tonnage des 30 à 40 dernières années du site (t)	-
		Incinération	Déchets incinérés (t) annuellement	-
Inventaire collectif	Transport routier et hors route	Émissions des automobiles, camions légers, motocyclettes, camions lourds, autobus, véhicules tout-terrain et motoneiges	Nombre de véhicules immatriculés sur le territoire de la municipalité	(Émissions du transport au Québec / Nombre de véhicules au Québec) x Nombre de véhicules sur le territoire de la municipalité

3. DIAGNOSTIC DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS DE GES DE MUNICIPALITÉS RÉALISÉS DANS LE CADRE DU PCM1

Les inventaires d'émissions de GES effectués dans le cadre du PCM1 sont devenus des modèles pertinents pour les petites et moyennes municipalités québécoises. Ces inventaires ont permis, par la suite, de mettre en place des mesures de mitigation définies dans les plans d'action de réduction de GES. Cela dit, la divergence entre la cible provinciale de réduction de 37,5 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 1990 (Gouvernement du Québec, 2020) et les objectifs des plans d'action municipaux compilés dans le tableau 2.3 démontrent qu'il y a un réel manque d'efficacité et d'efficience des mesures de mitigation mises en place. Comme mentionné précédemment, la direction que prend le plan d'action s'entame dès la réalisation de l'inventaire d'émissions de GES. En effet, les mesures de mitigation peuvent être mises en place dans les secteurs qui sont représentés dans l'inventaire d'émissions de GES. Si la municipalité décide de ne pas inclure un secteur, il sera alors plus difficile de faire un suivi sur les mesures de mitigation reliées à ce secteur.

Les secteurs d'émissions de GES seront donc diagnostiqués dans ce chapitre dans le but d'identifier les besoins des petites et moyennes municipalités en ce qui concerne l'inventaire d'émissions de GES. Ainsi, les enjeux ciblés, comme la disponibilité des données d'activités, les compétences de la municipalité en lien avec les mesures de mitigation dans un secteur donné et la représentativité des variations d'émissions de GES selon la mesure de mitigation mise en place, ont été déterminés. Grâce au diagnostic, il sera possible d'évaluer si le GPC est le protocole qui convient au contexte des petites et moyennes municipalités du Québec. Dans un premier temps, l'analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) de la comptabilisation des émissions de GES municipales est effectuée. Des pistes de solutions pour trouver des données d'activités sont ciblées et les méthodes de calculs utilisés dans des inventaires d'émissions de GES effectués dans le cadre du PCM1 sont définies. Le diagnostic permet, par la suite, de définir les pistes de solution et d'amélioration que le GPC propose aux enjeux des inventaires de GES municipaux.

3.1 Forces, faiblesses, opportunités et menaces des inventaires d'émissions de GES de petites et moyennes municipalités québécoises dans le cadre du PCM1

Chaque secteur inventorié dans le cadre du PCM1 est diagnostiqué dans la prochaine section. Si un sous-secteur considéré par le GPC ne l'est pas dans le PCM1, les avantages et inconvénients de son ajout sont aussi évalués. Dans le but de simplifier et d'uniformiser les secteurs considérés par le GPC et le PCM1, les émissions de GES (bâtiments, flotte de véhicules, etc.) du secteur corporatif du PCM1 sont incluses dans les secteurs appropriés du GPC. Par exemple, les bâtiments municipaux sont comptabilisés dans le secteur de l'énergie stationnaire.

3.1.1 Secteur de l'énergie stationnaire

Dans les inventaires d'émissions de GES produits dans le cadre du PCM1, les sources d'émissions de GES stationnaires furent seulement calculées pour les bâtiments municipaux et les autres installations

appartenant à la municipalité. Dans le profil des émissions de GES des organismes municipaux du Québec (MELCC, 2018), ce secteur représente environ 30 % de l'inventaire « corporatif » et seulement 0,8 % de l'inventaire total d'une municipalité. Les trois sources d'émissions calculées dans ce secteur sont la combustion fixe pour des systèmes de chauffage, la consommation d'électricité et les émissions fugitives des systèmes de réfrigération. Puisque les bâtiments visés par l'inventaire se limitent aux bâtiments sous le contrôle de la municipalité, la méthode de calcul préconisée nécessite les données d'activités liées à la consommation d'énergie et aux émissions fugitives, incluant le combustible des systèmes de chauffage, l'électricité ou la taille du système de réfrigération. De plus, les émissions fugitives des systèmes de réfrigération ne sont pas prises en compte dans ce secteur dans le GPC. Elles sont plutôt intégrées dans le secteur des PIUP à travers l'utilisation de produits contenant des HFC et des PFC, incluant les systèmes de réfrigération ou d'air conditionné (WRI et al., 2014).

Pour la consommation de combustible fixe des bâtiments sous le contrôle de la municipalité, il suffit de trouver les données concernant l'achat de combustible (par exemple, le gaz naturel ou le mazout). Une méthode d'estimation est suggérée pour les cas où la consommation énergétique des bâtiments est inconnue. Elle se base sur la consommation de bâtiments semblables ou sur les données d'une année précédente, si elles sont disponibles. Il faut cependant les rapporter sur les degrés-jours, les multiplier par les degrés-jours de l'année d'inventaire et le mentionner dans la méthodologie (MDDEP, 2009). La Municipalité de Lac-Simon a utilisé cette méthode pour son inventaire d'émissions de GES de 2009 (CIMA et ZERO CO₂, 2012). Il est à noter que cette méthode n'est pas adaptée pour l'entièreté d'une municipalité, puisqu'il serait excessivement demandant pour un professionnel de rassembler toutes les données nécessaires pour chacun des bâtiments et des infrastructures.

Puisque le périmètre de déclaration se résume seulement aux bâtiments et aux installations sous le contrôle organisationnel de la municipalité, ce portrait de la situation est partiel et ne permet pas d'avoir une vision complète du parc immobilier de la municipalité. De ce fait, le principe de complétude de la norme ISO 14064-1 n'est pas respecté pour les inventaires totaux de la municipalité (ISO, 2018). Puisque les municipalités du Québec ont des compétences sur les normes de construction de ses bâtiments, il est possible de mettre en place des mesures permettant d'augmenter l'efficacité énergétique des bâtiments construits dans la municipalité (MAMH, s. d.e). À travers de nouvelles méthodes de construction, des programmes qui subventionnent des rénovations résidentielles et de nouvelles technologies de chauffage, il est possible de diminuer la consommation énergétique des bâtiments pour le chauffage en hiver (Ressources naturelles Canada, 2017). À l'échelle provinciale, l'amélioration de l'efficacité énergétique se traduit par une diminution de 27 % des émissions des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel (l'équivalent du secteur de l'énergie stationnaire du GPC) entre 1990 (année de référence) et 2018 (MELCC, 2020). Sachant que l'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime que 49 % des réductions des émissions de GES nécessaires pour contenir l'augmentation de la température planétaire à 2°C peuvent provenir de l'efficacité énergétique (Ressources naturelles Canada, 2017), il serait pertinent d'avoir un indicateur qui englobe l'entièreté des bâtiments et des installations présents dans les limites de la municipalité. Les municipalités

ont aussi certains pouvoirs législatifs qui permettent d'exiger des bâtiments avec de meilleures performances énergétiques selon le Code de la construction ou dans la *Loi sur l'économie d'énergie* (MAMH, s. d.e).

Toutefois, si toutes les sources d'émissions fixes provenant des bâtiments et installations présents dans les limites de la municipalité sont comptabilisées dans l'inventaire de GES, il est important d'utiliser des méthodes de calcul ayant des données d'activités significatives et représentatives de la municipalité. La méthode préconisée par le guide du PCM1 pour les bâtiments sous le contrôle de la municipalité permet d'observer les variations, en litres ou en mètres cubes, de la consommation de combustible (par exemple, de mazout ou de gaz naturel) (MDDEP, 2009). Ce type de donnée d'activité permet de capter les variations de consommation de combustibles fossiles pour les bâtiments sous le contrôle de la municipalité. La même observation est faite sur la méthode de calcul de l'électricité utilisant la consommation d'électricité (en kWh) des bâtiments : il serait éventuellement possible de distinguer les variations de consommation d'électricité des bâtiments selon les mesures de mitigation mises en place dans un plan d'action. Les données d'activités utilisées dans les inventaires de GES du PCM1 peuvent donc évoluer selon les mesures de mitigation mises en place. Ce type de méthode de calcul, qui nécessite l'accès aux données de consommation de combustibles et de l'électricité, n'est cependant pas applicable sur la totalité des bâtiments de la municipalité où des données sont manquantes ou difficilement disponibles. Il faut donc utiliser les méthodes d'estimation issues du GPC énumérées dans le premier chapitre. Par exemple, il est possible de consolider des données à travers des sondages chez les fournisseurs de combustible (mazout, propane, gaz naturel, etc.) et de mettre à l'échelle de la municipalité ces données à l'aide d'indicateurs pertinents. Ces indicateurs peuvent être des bâtiments ou infrastructures semblables, des données démographiques et des données sur les surfaces habitables de la municipalité (WRI et al., 2014). La méthode d'estimation selon les inventaires provinciaux ou nationaux, avec une mise à l'échelle des données d'activités, est la solution la plus simple. Cela dit, cette méthode doit être utilisée en dernier recours, car elle ne permet pas d'intercepter les variations que les mesures de mitigation peuvent engendrer dans l'inventaire d'émissions de GES et ne permet pas de faire un suivi adéquat sur ces dernières.

L'inventaire d'émissions de GES de 2016 de la MRC de Vaudreuil-Soulanges est un exemple pertinent pour les méthodes de calcul des émissions de GES issues du secteur de l'énergie stationnaire. À partir de données partielles disponibles du seul fournisseur de gaz naturel de la région, ainsi que des proportions de consommation au niveau provincial de chaque type d'énergie (propane, gaz naturel, mazout, etc.), il a été possible d'estimer les émissions de GES issues de l'énergie stationnaire (Angers, 2020). Les données d'activités, dans ce cas, peuvent être considérées comme pertinentes et réactives aux futures mesures de mitigation, car elles varieront selon les mesures mises en place. D'un autre côté, s'il est possible de récupérer les données de consommation de deux types d'énergie, il est possible pour la municipalité de confirmer si la répartition de la consommation de différents types d'énergie de l'inventaire d'émissions de GES provincial s'applique sur son territoire.

Il est aussi probable que certaines mesures de mitigation ne soient pas traduites dans les résultats. Le cas de mesures de mitigation qui permettent aux résidents de modifier leur consommation d'une source d'énergie à une autre n'aura aucun effet sur les résultats de la MRC de Vaudreuil-Soulanges, car la répartition reste celle de la province. Puisque les proportions de chaque source d'énergie restent relativement stables au niveau provincial, les proportions des sources d'énergie de la municipalité resteront identiques. De ce fait, compte tenu de la donnée d'activité utilisée à la base du calcul (quantité de gaz naturel consommé), les résultats suivront la consommation de mazout, soit à la hausse, soit à la baisse et sans changement de proportion entre les différentes sources d'énergie. Selon le rapport sur l'état de l'énergie en 2020 réalisé par la chaire de recherche sur l'énergie de HEC Montréal (Whitmore et Pineau, 2020), la consommation du gaz naturel reste constante depuis 2017 tandis que la consommation des autres combustibles fossiles a augmenté au Québec. Cette tendance pourrait ne pas être représentative de la municipalité et ainsi ajouter une incertitude avec l'estimation des émissions de GES de ce secteur.

De plus, les données de consommation de chaque type de combustible utilisé par les sous-secteurs de l'énergie stationnaire du GPC sont disponibles pour le territoire québécois lorsque le niveau de l'inventaire choisi est *Basic* : résidentiel, commercial, institutionnel, industries, agriculture et foresterie (Ressources naturelles, s. d.). Le tableau de l'annexe 1 rassemble des données permettant d'avoir la répartition de l'utilisation des différentes sources d'énergie du sous-secteur résidentiel de 2015 à 2017. Le tableau 3.1 résume les FFOM de ce secteur selon les analyses présentées jusqu'à maintenant.

Tableau 3.1 FFOM du secteur de l'énergie stationnaire dans le cadre du PCM1

	Forces	Opportunités
Positif	<ul style="list-style-type: none"> Estimer la consommation de combustible fixe à l'aide de données d'activités facilement accessibles (aux fournisseurs de la région, par exemple); Prioriser la consommation réelle dans les méthodes de calcul (pour les bâtiments sous le contrôle de la municipalité ou données partielles de la consommation des fournisseurs); Refléter les variations apportées par les mesures de mitigation d'un futur plan d'action de réduction de GES. 	<ul style="list-style-type: none"> Inclure tous les bâtiments et les installations présentes dans les limites de la municipalité; Exiger des bâtiments avec des performances énergétiques supérieures définies dans le Code de la construction ou dans la <i>Loi sur l'économie d'énergie</i>; Estimer les émissions à partir d'un seul type de combustible fossile et la proportion disponible de l'inventaire provincial.
	Faiblesses	Menaces
Négatif	<ul style="list-style-type: none"> Présenter seulement la consommation énergétique des bâtiments municipaux et des infrastructures sur le territoire de la municipalité. 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser de nouvelles méthodes moins courantes pour estimer les émissions de GES à l'échelle de la municipalité; Mesurer les variations des émissions de GES à l'aide de méthodes d'estimation inefficaces; Recueillir des données peu accessibles et confidentielles des distributeurs de la région.

3.1.2 Secteur du transport

Le secteur du transport est sans contredit celui qui apporte le plus d'incertitudes quant aux données nécessaires pour estimer les émissions de GES. D'une part, la mobilité des véhicules amène des complications lors de la collecte des données d'activités nécessaires aux méthodes de calcul disponibles. D'autre part, les déplacements qui traversent bien souvent le périmètre géographique de la municipalité nécessitent une méthode de comptabilisation distincte pour savoir quelle portion des émissions de GES est associée à la municipalité. Il peut être d'autant plus difficile d'avoir des données d'activités représentatives de la réalité de la municipalité lorsque des méthodes de mise à l'échelle sont utilisées pour estimer les émissions de GES, car le secteur des transports est celui émettant le plus d'émissions de GES au Québec. En effet, il représente à lui seul 45 % de la totalité des émissions de GES québécoises en 2018 (MELCC, 2020). De plus, le secteur du transport est celui ayant souvent la plus grande incertitude sur les résultats des estimations réalisées dans les inventaires et peut atteindre ± 30 % dans certains cas (Boutin et Tacquet, 2018).

Le sous-secteur du transport routier et celui du hors route sont majoritairement calculés à partir d'une méthode d'estimation qui met à l'échelle les émissions de GES du niveau provincial à celui de la municipalité. De plus, ce sont les seuls deux sous-secteurs du GPC inclus dans les inventaires d'émissions de GES réalisés dans le cadre du PCM1 (MDDEP, 2009). La mise à l'échelle se fait à l'aide du nombre de véhicules immatriculés dans la municipalité. Les émissions de GES provinciales sont ensuite ramenées au nombre de véhicules immatriculés dans la municipalité pour chacune des sous-catégories de véhicules (Angers, 2020). À titre de comparaison, des villes d'autres provinces ont aussi utilisé la méthode dite

descendante qui permet de calculer la consommation de combustible aux points de vente de la municipalité. La ville de Kingston a utilisé cette méthode dans le cadre du programme des Partenaires dans la protection du climat (PPC) pour réaliser son inventaire d'émissions de GES de 2017 du transport routier et hors route (*Sustainability Solution Group [SSG], 2018*). Cette méthode présente un portrait plus réel de la région, puisqu'elle permet d'avoir des données d'activités issues de la région et n'utilise pas une méthode de mise à l'échelle. Les données de consommation à la pompe de l'essence et du diesel sont disponibles à travers l'entreprise de consultants *Kent Group Ltd*, qui détient les volumes de vente d'environ 1 700 stations de services à travers le Québec (*Kent Group Ltd, s. d.*). Les proportions des types de véhicules immatriculés peuvent ensuite être utilisées pour transformer la consommation de carburant en émissions de GES selon le facteur d'émission attribuable à la bonne catégorie de véhicules. Puisque la consommation de carburant est une donnée d'activité locale, il y a une plus grande exactitude quant aux variations de consommation issues de la municipalité. Par ailleurs, cette méthodologie de calcul est acceptée dans le cadre du GPC (WRI et al., 2014).

Lors de la réalisation d'inventaires plus récents, certaines municipalités ont pris la décision d'intégrer d'autres sous-secteurs qui touchent leur territoire, soit le transport par avion, par train ou par bateau. Les émissions de GES du sous-secteur par train peuvent être incluses dans les inventaires seulement lorsque les trains font un arrêt dans les limites géographiques de la municipalité (WRI et al., 2014). Plusieurs inventaires récents ont utilisé cette méthode de calcul, notamment la MRC de Vaudreuil-Soulanges pour l'inventaire de 2016 (Angers, 2020) et l'arrondissement de Saint-Laurent pour l'inventaire de 2017 (Boutin et Tacquet, 2018). À l'aide d'études d'achalandage aux stations de train et de métro et de la distance parcourue dans les limites de la municipalité, il est possible d'estimer le kilométrage par utilisateur et de le transformer en émissions de GES selon les facteurs d'émissions du train. Cette méthode de calcul permet de calculer les émissions présentes dans le champ 1 de la municipalité. Les sous-secteurs du transport par avion et par bateau inclus dans les inventaires de la MRC Vaudreuil-Soulanges et de l'arrondissement de Saint-Laurent ont été mis à l'échelle selon les inventaires provinciaux disponibles et la population des deux organisations municipales. Puisque les municipalités ont peu d'influence sur ce type de transport, une mise à l'échelle peut être acceptable selon la population de la municipalité (Angers, 2020). Le tableau 3.2 illustre les FFOM rattachées à ce secteur qu'il est pertinent d'analyser à l'aide des caractéristiques et des méthodes de calcul du GPC.

Tableau 3.2 FFOM du secteur du transport dans le cadre du PCM1

	Forces	Opportunités
Positif	<ul style="list-style-type: none"> • Capturer les variations de consommation de carburant dans les frontières de la municipalité à l'aide de la méthode de consommation de carburant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioriser la méthode descendante de la consommation de carburant (essence et diesel) dans les limites géographiques de la municipalité; • Utiliser une méthode de calcul (consommation de carburant) déjà préconisée par le GPC.
	Faiblesses	Menaces
Négatif	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser la méthode de mise à l'échelle proposée par le PCM1 ne permet pas de capturer pas les variations des émissions de GES issues de municipalités; • Utiliser majoritairement la méthode de mise à l'échelle de l'inventaire provincial; • Appliquer les mêmes méthodes de calcul durant les 10 dernières années sans réelle amélioration. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des données de consommation à la pompe limitées et disponibles seulement à partir d'une seule source : <i>Kent Group Ltd.</i>

3.1.3 Secteur des matières résiduelles

Les inventaires réalisés dans le cadre du PCM1 considéraient le traitement des eaux usées dans la catégorie de l'inventaire corporatif, tandis que les matières résiduelles solides étaient comptabilisées dans la catégorie de l'inventaire collectif (MDDEP, 2009). Dans le GPC, le secteur des matières résiduelles est défini par quatre sous-secteurs : les matières résiduelles solides générées, le compost (traitement biologique), l'incinération et le traitement des eaux usées. Du point de vue de l'organisation de l'information, le GPC a l'avantage de regrouper tous les types de matière résiduelle dans la même catégorie.

La gestion des matières résiduelles

Dans le cadre du PCM1, les émissions de GES des matières résiduelles sont comptabilisées selon deux sous-catégories : les émissions de GES issues des activités d'incinération et les émissions issues de la biodégradation de l'enfouissement. Initialement, dans le guide produit dans le PCM1, les municipalités estimaient leurs émissions de GES engendrées par l'enfouissement des matières résiduelles selon le modèle de calcul *Landfill Gas Emissions Model* (LandGEM) (MDDEP, 2009). Il est encore pertinent d'utiliser le LandGEM, car des mises à jour sont effectuées par la *U.S Environmental Protection Agency* (EPA) et la version 3.03 date de juin 2020. Ce modèle est calculé selon deux variables :

- Le potentiel de production de méthane en fonction de la composition des matières résiduelles enfouies et exprimé en mètres cubes de CH₄;
- La constante du taux de production de CH₄ définie par la teneur en humidité, la disponibilité de nutriments, le pH et la température.

Les données nécessaires pour produire un inventaire des matières résiduelles pour le territoire de la municipalité proviennent de la MRC dont elle fait partie. Les MRC, qui ont eu le mandat de réaliser les plans de gestion des matières résiduelles (PGMR), détiennent bien souvent l'information nécessaire concernant

l'inventaire des matières résiduelles de la municipalité et les installations de gestion des matières résiduelles sur son territoire (récupération, enfouissement, etc.). Des estimations doivent aussi être effectuées pour le tonnage de matières résiduelles enfouies sur une période de 30 à 40 ans précédant l'année de référence de l'inventaire à l'aide du tonnage moyen de matières résiduelles par habitant (United States Environmental Protection Agency [EPA], s. d.). Cette méthode de calcul des émissions issues de l'enfouissement est conforme avec l'une des méthodes décrites dans le GPC, le *Methane Commitment Model*, qui utilise le potentiel de production de méthane comme facteur d'émission de CH₄ par tonne de matière résiduelle (WRI et al., 2014).

L'enfouissement des boues de stations d'épuration et des boues de fosses septiques vient aussi s'ajouter au calcul des matières résiduelles enfouies. Cela dit, les données d'activités provenant de cette source d'émissions de GES ont une incertitude plus importante. La vidange des fosses septiques, encadrée par le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées, peut être prise en charge par la municipalité, la MRC, la régie intermunicipale ou encore les citoyens. En 2015, au Québec, les fosses septiques étaient encore vidées par les citoyens dans 43 % des cas, ce qui apporte beaucoup d'incertitude quant à la disposition des boues. Les vidanges effectuées sous la responsabilité des citoyens sont disposées à environ 70 % dans des lieux inconnus de la municipalité. Il peut donc être plus difficile d'avoir accès à cette information pour un spécialiste. Les fosses septiques vidangées par une municipalité, une MRC ou une régie intermunicipale (plus de 50 % des fosses septiques) ont, quant à elle, des destinations connues à environ 95 % (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MDDELCC], 2015). La localisation de la disposition des boues peut être un enjeu lorsque l'inventaire d'émissions de GES est réalisé dans le cadre du GPC, car la comptabilisation se fait dans des champs différents selon qu'elles soient disposées dans les frontières de la municipalité ou non. En effet, le champ 1 inclut toutes les matières résiduelles produites dans la municipalité ou importées et traitées dans la municipalité, tandis que le champ 3 inclut les matières résiduelles produites dans la municipalité et exportées à l'extérieur de ses frontières (WRI et al., 2014). Il est également possible d'avoir accès aux données du Suivi d'exploitation des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées (OMAEU), car les exploitations d'étangs aérés doivent produire des rapports avec plusieurs informations nécessaires pour les émissions de GES générées par l'enfouissement : la date de la vidange, la quantité en mètres cubes et en tonnes métriques de matières sèches, la siccité moyenne et la destination finale des boues (MDDELCC, 2019).

Incinération

Les données disponibles concernant les quantités de matières résiduelles incinérées par la municipalité proviennent aussi de la MRC. Grâce au recensement des infrastructures utilisées pour la gestion des matières résiduelles, il est possible de connaître le volume de matières résiduelles traitées par incinération. Il est important de prendre en compte qu'au Canada, seulement 5 % des matières résiduelles sont incinérées (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). Dans le cadre du PCM1, les émissions de CO₂ et de N₂O sont comptabilisées. Les émissions de CH₄ sont calculées seulement pour l'incinération des boues d'épuration et des boues de fosses septiques.

Émissions de CO₂

Dans un premier temps, le CO₂ est issu du carbone fossile contenu dans les matières résiduelles. L'équation disponible pour calculer les émissions de CO₂ est définie par plusieurs variables propres à la municipalité : le volume des matières résiduelles incinérées et la fraction des matières résiduelles issues de la biomasse. D'autres variables ont des valeurs par défaut et le guide de quantification des émissions de GES les définit. (MELCC, 2019)

Émissions de N₂O

En second lieu, les émissions de N₂O sont définies par la technologie du procédé d'incinération utilisé et par la teneur en azote selon le type de matière résiduelle. Le guide de quantification des émissions de GES fournit un facteur d'émission de N₂O pour chaque type de matière résiduelle : municipales, industrielles, dangereuses, déchets biomédicaux et boues d'épuration. Le facteur d'émission attribué est, par la suite, multiplié par la quantité du type de matière définie. (MELCC, 2019)

Émissions de CH₄

Finalement, pour les boues d'épuration, deux facteurs d'émission peuvent être utilisés selon la technologie d'incinération utilisée. Un facteur de 1,6 est utilisé pour les incinérateurs à lit fluidisé, tandis qu'un facteur de 3,2 est utilisé pour un incinérateur à soles étagées. Le facteur d'émission est ensuite multiplié par la quantité de boues d'épuration. (MELCC, 2019)

Traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées génère majoritairement des émissions de CH₄, lors de traitements anaérobies, et de N₂O de CH₄ et de CO₂ biogénique, lors de traitements aérobies. Le tableau 3.3 illustre les facteurs d'émission utilisés pour différentes sources d'émissions de GES provenant du traitement des eaux usées.

Tableau 3.3 Sources de CH₄ et de N₂O selon le type de traitement des eaux usées (inspiré de : MELCC, 2019, p. 57 et 58)

Traitement	Facteur d'émission CH ₄ (kg CH ₄ / kg DBO)	Facteur d'émission N ₂ O (kg N ₂ O / kg DBO)
Centrale de traitement aérobie	0,18	0,016
Rejet d'effluents dans des rivières, lacs et estuaires (varie selon le type de milieu aquatique)	Entre 0 et 0,114	Entre 0,005 et 0,019
Biofiltration sur boues anaérobies	0,48	0
Lagunes peu profondes anaérobies (moins de 2 mètres)	0,12	0
Lagunes profondes anaérobies (plus de 2 mètres)	0,48	0
Fosse septique	0,3	0,0045
Latrine (selon le climat et l'intensité d'utilisation)	Entre 0,06 et 0,42	0

Émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées dans le PCM1 à partir du modèle recommandé par le GIEC. Ces émissions sont estimées selon la charge en matière organique présente dans les eaux usées, la production maximale de méthane et le facteur de correction du méthane. Les variables significatives dans les équations sont le facteur d'émission par type de traitement et la charge organique totale (exprimée en kilogrammes de DBO par année) passée dans le type de traitement associé. (MELCC, 2019)

Émissions de N₂O

Les émissions de N₂O peuvent provenir des stations de traitement aérobie ou des rejets dans les effluents et les cours d'eau. Les émissions proviennent plus précisément de la nitrification et de la dénitrification, surtout présentes dans les installations de traitement des eaux usées les plus sophistiquées. Dans le cas du N₂O, les variables significatives dans la méthode de calcul sont le facteur d'émission associé au type de traitement et la quantité d'azote exprimée en kilogrammes par année. (MELCC, 2019)

Ainsi, les méthodes des calculs des émissions de CH₄ et de N₂O produites pour le guide du PCM1 sont utilisées comme modèle dans le GPC (WRI et al., 2014). Les municipalités, ayant déjà effectué leur premier inventaire à l'aide de cette méthode de calcul, ont accumulé une expertise dans ce secteur. La gestion des matières résiduelles étant encadrée par les MRC, il est possible d'avoir accès à des données plus exactes quant à l'enfouissement des matières résiduelles. Le tableau 3.4 résume les FFOM du secteur des matières résiduelles.

Tableau 3.4 FFOM du secteur des matières résiduelles dans le cadre du PCM1

	Forces	Opportunités
Positif	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer le modèle LandGEM fourni dans le guide du PCM1 est mis à jour par le EPA. • Utiliser les rapports de vidange des boues des étangs aérés qui génèrent des données précises sur la gestion des boues du traitement des eaux usées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des données d'activités plus précises sur les matières résiduelles enfouies et les données des LET grâce aux MRC; • Utiliser une méthode de calcul déjà préconisée par le GPC.
	Faiblesses	Menaces
Négatif	<ul style="list-style-type: none"> • Classer difficilement la disposition des boues septiques dans les champs 1 ou 3 lorsque la responsabilité est assumée par le citoyen (43 %) et le lieu de disposition inconnu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser une méthode de calcul adaptée à la méthode de disposition des boues de fosses septiques lorsque les localisations sont inconnues.

3.2 Enjeux des petites et moyennes municipalités concernant les inventaires d'émissions de GES

Lorsque vient le temps de s'attaquer aux changements climatiques du point de vue d'une municipalité, il faut toujours considérer que l'inventaire des émissions de GES est la première étape d'un plus grand processus. La réalisation de l'inventaire d'émissions de GES est l'étape qui précède le plan d'action de réduction des émissions de GES avec des objectifs de réduction pour les secteurs considérés dans les inventaires. Les inventaires d'émissions de GES peuvent ainsi guider les actions des responsables municipaux en exposant les mesures de mitigation ayant le plus d'impact sur les émissions de GES et les mesures de mitigation moins performantes. Il serait possible de mettre en place un plan d'action de réduction des émissions de GES, mais des ressources pourraient être perdues pour réaliser des mesures de mitigation qui n'ont pas un impact significatif sur les émissions de GES. Le périmètre de déclaration de l'inventaire est donc important, car il détermine quelles sources d'émissions sont incluses dans le calcul des émissions de GES totales émises par la municipalité. Pour avoir des mesures de mitigation ayant un impact considérable sur les émissions de GES, il faut que le secteur influencé par les mesures de mitigation soit de la compétence des municipalités. De plus, il faut avoir accès aux sources de financement disponibles pour mettre en place la mesure. Il est intéressant de voir que, pour d'autres enjeux environnementaux, le gouvernement provincial a mis en place des organismes qui œuvrent à travers une gestion intégrée et concertée avec les acteurs touchés par ces problématiques. Puisque la problématique de la lutte contre les changements climatiques est prioritaire au sein du gouvernement québécois (Gouvernement du Québec, 2020), il serait pertinent d'utiliser cette approche pour mettre en place des actions ayant un réel impact sur des problématiques environnementales. Mis en place par la Politique nationale de l'eau en 2002, les organismes de bassins versants (OBV) sont un exemple concret d'entités créées pour œuvrer à l'échelle régionale (MELCC, 2002).

3.2.1 Enjeux de la gouvernance : prendre exemple sur les OBV et la gestion intégrée de l'eau

Les OBV ont pour mission de s'occuper de la gestion intégrée de l'eau avec les acteurs présents sur le territoire du bassin versant. Les mandats définis pour les OBV se résument en trois points (Regroupement des organisations de bassin versant du Québec [ROBVQ], s. d.) :

- Concerter les intervenants régionaux touchés par les enjeux liés à l'eau;
- Informer, mobiliser et sensibiliser la population aux enjeux de l'eau de leur territoire;
- Élaborer un plan directeur de l'eau (PDE) pour diminuer ou régler les problématiques liées à l'eau sur leur territoire.

Le processus d'amélioration continue mis en place par les OBV est déjà bien implanté sur plusieurs territoires où les bassins versants peuvent traverser les régions administratives. À titre d'exemple, l'OBV Yamaska se situe sur 12 MRC différentes. La concertation de plusieurs administrations municipales et MRC fait donc partie des défis avec lesquels les OBV doivent travailler. La réalisation du PDE est effectuée de façon continue et périodique : une analyse initiale du bassin versant permet de faire un portrait et un diagnostic de la situation, des enjeux sont ensuite définis, des objectifs avec des indicateurs sont introduits pour ensuite réaliser un plan d'action et mettre en œuvre les actions ciblées (Organisme de bassin versant de la Yamaska, 2015). Ce sont là des étapes bien semblables aux étapes pour lutter contre les changements climatiques à un niveau régional : la réalisation d'un inventaire des émissions GES, l'élaboration d'un plan d'action, la mise en place du plan d'action et le suivi des actions.

La structure qui permettait de mettre en place le processus complet de diminution des émissions de GES était le programme Climat municipalités, qui avait une enveloppe globale de 15,4 M\$ (MDDEP, 2011). Cela dit, une structure de gouvernance permanente reliée à la lutte aux changements climatiques n'existe pas actuellement à un niveau régional au Québec. Par le fait même, aucune unité géographique n'est définie pour réaliser un inventaire et un plan d'action : certains inventaires d'émissions de GES ont été réalisés à un niveau municipal, tandis que d'autres l'ont été au niveau des MRC. Il faudrait donc définir s'il est plus pertinent de réaliser un inventaire au niveau municipal ou au niveau des MRC (É. Grenon Gilbert, conversation téléphonique, 15 décembre 2020). Définir précisément les mandats de chaque partie prenante permettrait aussi d'avoir une mise à jour des inventaires et un suivi des mesures de mitigation de façon constante et périodique. À titre d'exemple, pour résoudre des enjeux d'adaptation aux changements climatiques, quatre municipalités de la Baie-des-Chaleurs ont développé un projet de gouvernance participative. Les objectifs de cette approche sont d'impliquer les acteurs locaux dans les processus de décision liés aux changements climatiques, d'intégrer la gestion des risques climatiques dans les décisions locales et de se servir des recherches scientifiques pour améliorer l'état de la collectivité (Municipalité de Carleton-sur-Mer et al., 2019). Ces objectifs augmentent les chances de mettre en place des mesures pour lutter contre les changements climatiques et peuvent tout aussi bien être utilisés pour réduire les émissions de GES au niveau municipal. Les encadrés verts de la figure 3.1 illustrent bien à quelle étape du processus de réduction de GES des mesures de gouvernances peuvent être introduites pour s'assurer de l'atteinte des objectifs de réduction et de l'amélioration continue du processus de réduction des émissions de GES.

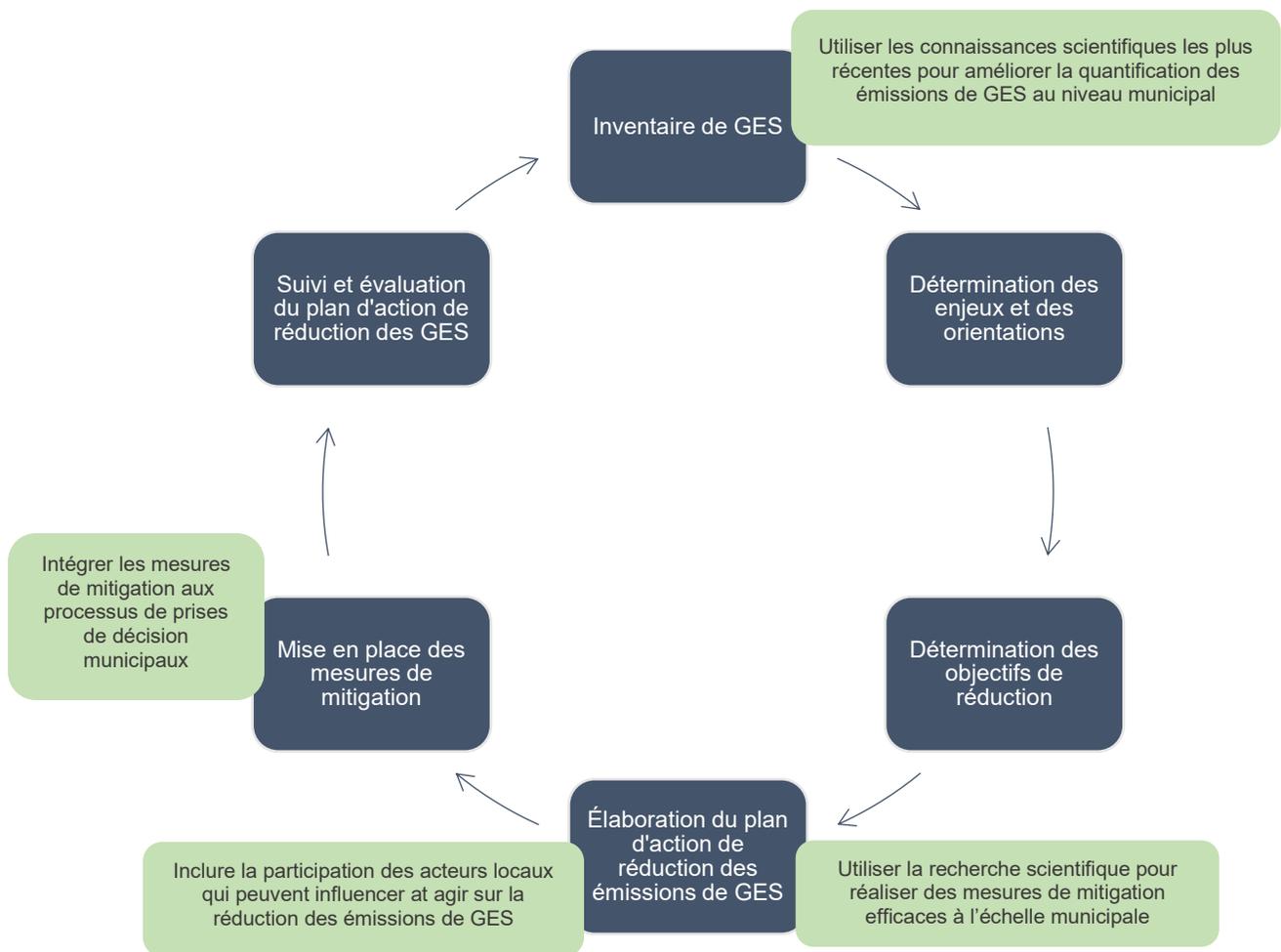


Figure 3.1 Processus complet de diminution des émissions de GES au niveau municipal

3.2.2 L'inventaire de GES, un outil adapté au niveau régional

Les enjeux liés à l'inventaire lui-même peuvent être définis à travers les analyses FFOM effectuées dans la section 2.2.1. Les enjeux sont donc issus des menaces et des faiblesses ciblées précédemment dans chacun des trois secteurs. De plus, ils sont liés aux principes évoqués par la norme ISO 14064-1 (ISO, 2018). De façon générale, il peut y avoir un enjeu de pertinence, de complétude, de cohérence, d'exactitude ou de transparence avec chacun des secteurs ou avec le format du protocole (ISO, 2018). Les paragraphes qui suivent proposent des enjeux associés à l'inventaire de GES.

Qualité des données

Dans un premier temps, la transition des inventaires effectués dans le cadre du PCM1 vers les inventaires réalisés à l'aide du GPC comporte aussi son lot de défis, notamment au niveau de la cohérence entre les inventaires. Il est important de pouvoir comparer les anciens inventaires ayant inclus des émissions de GES corporatives, car si des mesures de mitigation ont été réalisées à ce niveau, les résultats de réduction vont apparaître dans cette catégorie.

Ensuite, l'incertitude des données utilisées dans les inventaires de GES municipaux peut aussi influencer la possibilité de comparer des émissions de GES d'une année à l'autre. Les incertitudes liées à un inventaire de GES sont de deux catégories différentes : les incertitudes scientifiques et les incertitudes liées à l'estimation. D'un côté, les incertitudes scientifiques sont liées à l'état des connaissances scientifiques des émissions de GES. Les municipalités ne peuvent pas agir sur ce type d'incertitudes. De l'autre côté, les incertitudes liées à l'estimation proviennent des méthodes de quantifications utilisées pour réaliser l'inventaire de GES. Elles découlent des incertitudes reliées au modèle utilisé et à celles reliées aux paramètres utilisés dans les modèles (GHG Protocol Initiative, s. d.). Il est possible de diviser ce type d'incertitudes en deux catégories, soit les incertitudes statistiques et les incertitudes systématiques. Les incertitudes statistiques proviennent du fait que la valeur utilisée est spécifique, tandis qu'elle peut varier sur une période de temps donnée. Par exemple, l'utilisation d'un facteur d'émission moyen pour un système de chauffage de bâtiment pour l'ensemble du Québec, alors qu'il peut varier au courant d'une année selon la température extérieure. Les incertitudes systématiques, quant à elles, sont créées par un biais systématique qui peut être créé par les estimations utilisées en absence de données ou par des erreurs de calcul (GHG Protocol Initiative, s. d.). Dans le cadre de cet essai, les incertitudes systématiques sont les plus préoccupantes, car elles peuvent être limitées selon les méthodes d'estimations. En effet, l'utilisation de données provenant de l'échelle nationale pour estimer des phénomènes à l'échelle locale apporte une plus grande incertitude qui augmente lorsque les caractéristiques géographiques ne sont pas homogènes à travers le pays. Les ressources à la disposition des municipalités devraient donc être utilisées pour améliorer la qualité d'un échantillon représentatif plutôt que pour obtenir un échantillon plus large (Eckert et al., 2016). Par exemple, il serait plus intéressant de récupérer des données de qualité sur le volume de vente de carburant de quelques fournisseurs de la région que d'essayer d'avoir l'échantillon complet des fournisseurs ou d'estimer les ventes de carburant à partir de données nationales.

L'enjeu de la gestion de l'incertitude est bien illustré dans l'inventaire de l'arrondissement de Saint-Laurent, qui a réalisé son deuxième inventaire de GES pour l'année 2017, suite à celui effectué en 2009. Dans un premier temps, chaque paramètre utilisé dans la réalisation de l'inventaire a une incertitude quantifiée selon les balises présentées au tableau 3.5. L'ordre de grandeur de ces incertitudes est défini à l'aide des recommandations fournies dans le *GHG Protocol* (GHG Protocol Initiative, s. d.).

Tableau 3.5 Quantification des incertitudes systématiques (tiré de : Boutin et Tacquet, 2018)

Faible	± 5 %
Moyenne	± 10 %
Forte	± 30 %

À travers la comparaison des inventaires de 2009 et 2017, l'arrondissement de Saint-Laurent se retrouve donc dans l'étape de suivi et d'évaluation des mesures de mitigation qu'il a mises en place au courant de la période de 2009 à 2017. Si la variation des émissions de GES est analysée, elles passent de 689 011 t éq. CO₂ en 2009 à 583 687 t éq. CO₂ en 2017, soit une diminution de 15 %. L'incertitude moyenne est quant à elle estimée à 16 %. Ainsi, l'écart sur les émissions de l'inventaire est en dessous de l'incertitude moyenne de l'inventaire et il devient difficile de faire un suivi concluant sur les mesures de mitigation mises en place. (Chenail, 2018)

L'exemple du secteur des transports est le plus flagrant : il est en effet impossible de conclure si les mesures de mitigation de ce secteur ont influencé les émissions de GES, car l'incertitude de 30 % définie dans la méthodologie de l'inventaire est quinze fois plus grande que l'écart de 2 % de ce secteur. La variation de 2 % est donc peu significative et les mesures de mitigation ne peuvent être évaluées correctement. (Chenail, 2018)

D'autres sources d'émissions présentent des incertitudes de cet ordre de grandeur et deviennent un enjeu si l'inventaire d'émissions de GES est considéré comme étant une étape ou un outil dans un processus de réduction des émissions de GES. La qualité des données utilisées pour calculer des émissions de GES permet d'évaluer si les mesures de mitigation fonctionnent ou non. Cela dit, d'autres indicateurs, qui ne sont pas nécessairement associés à des émissions de GES, peuvent être utilisés pour faire un suivi des mesures de mitigation mises en place.

Mesures de mitigation possibles dans les secteurs de l'inventaire et fonds disponibles pour la mise en place des mesures

Certains secteurs qui sont intégrés dans des protocoles d'inventaires de GES ne sont pas de compétence municipale. Sachant qu'il peut être difficile pour une petite ou moyenne municipalité de trouver les ressources nécessaires pour réaliser un inventaire d'émissions de GES. Il est possible qu'une municipalité n'ait pas les outils de planification du territoire nécessaires pour mettre en place des mesures de mitigation efficaces.

Un exemple concret découle du plan d'action de réduction des émissions de GES de la MRC de Vaudreuil-Soulanges : le secteur de l'agriculture fut inclus dans leurs inventaires et les mesures de mitigation qui en découlent se résument aux points suivants (DEV, 2019) :

- Promouvoir de meilleures méthodes de production agricole pour réduire les émissions de GES;
- Sensibiliser les agriculteurs quant à l'utilisation de leur machinerie et du transport;
- Prioriser des mesures plus spécifiques dans les plans et les politiques de la MRC, dont le Plan de développement de la zone agricole (PDZA).

D'un côté, les mesures de mitigation réellement applicables au secteur de l'agriculture sont généralement de compétence provinciale. Des des actions ont été établis par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du plan d'action 2013 – 2020 et sont financés par le programme Prime-Vert (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation [MAPAQ], 2020). Les mesures suggérées par le MAPAQ sont semblables aux mesures de mitigation du plan d'action de la MRC de Vaudreuil-Soulanges (MAPAQ, 2020) :

- Meilleure utilisation des tracteurs pour réduire la consommation des combustibles des tracteurs;
- Pratiques agricoles qui favorisent l'augmentation d'un humus stable dans les sols et qui diminuent les émissions de GES;
- Stockage du fumier dans des structures d'entreposage imperméables qui diminuent les émissions de GES, etc.

Refaire le même travail par le biais d'actions à l'échelle des MRC pourrait dédoubler le travail à travers plusieurs instances gouvernementales. Le PDZA est utile dans le cadre d'un inventaire effectué au niveau d'une de MRC. Cela dit, une municipalité aurait peu d'intérêt à inclure les secteurs de l'agriculture dans son inventaire d'émissions de GES, car l'outil d'aménagement du territoire disponible se trouve à un niveau de gouvernance supérieur. Le PDZA peut en effet mettre en valeur la zone agricole d'une MRC à travers des lignes directrices qui incluent le développement durable et la lutte contre les changements climatiques (MRC de Drummond, s. d.).

Un autre exemple qui permet de visualiser l'enjeu de la possibilité de mise en place des mesures de mitigation est observable dans le plan d'action de réduction des émissions de GES de la Ville de Saint-Lambert dans le secteur du transport. Les mesures de mitigation touchent principalement le transport des véhicules légers par la sensibilisation des conducteurs à l'écoconduite et le développement des infrastructures pour le déplacement actif, soit le réseau piétonnier et les pistes cyclables (AECOM, 2014). Cela dit, un point important est amené dans le plan d'action de réduction d'émissions de GES concernant les véhicules lourds. Il est en effet mentionné que les véhicules lourds, autres que les autobus du Réseau de transport de Longueuil (RTL), sont responsables de 31 % des émissions de GES du secteur du transport et que :

« [...] les villes ont très peu d'influence en ce qui concerne les déplacements des véhicules lourds. Conséquemment, le Plan d'action de réduction de GES n'inclut pas d'actions visant spécifiquement le transport de marchandises. Mentionnons cependant que pour les entreprises de camionnage, le coût du carburant est un des postes de dépenses les plus importants et conséquemment, celles-ci recherchent constamment à améliorer leur bilan énergétique. » (AECOM, 2014, p.29)

Il est donc peu probable que des mesures de mitigation soient mises en place par des municipalités pour les émissions de GES provenant des véhicules lourds. Les mesures de mitigation viendraient des actions issues des entreprises de transport.

Influence des mesures de mitigation mises en place sur les émissions de GES

La réactivité des données face aux mesures de mitigation mises en place dans les plans de réduction est l'enjeu final ciblé. Lorsque le processus de réduction des émissions de GES est pris dans son ensemble (voir figure 3.1), cet enjeu devient important. Puisque l'objectif principal de ce processus est de réduire les émissions GES à un niveau municipal, il est primordial de pouvoir observer l'évolution des GES au fur et à mesure de la réalisation des inventaires d'émissions de GES. De ce fait, les émissions de GES doivent être réactives face aux mesures de mitigation pour être considérées comme des indicateurs significatifs. Si des mesures de mitigation sont implantées avec succès, que des objectifs de réduction sont définis, mais que les émissions de GES ne suivent pas les écarts observés au niveau de la municipalité, il devient alors impossible de prendre en considération les améliorations apportées.

La réactivité des émissions de GES peut être assurée par les paramètres utilisés lorsque des estimations sont effectuées pour certains secteurs. Le secteur du transport est encore un exemple qui permet de mieux visualiser cette situation. Comme défini précédemment, le guide du PCM1 fournissait une méthode d'estimation en effectuant une mise à l'échelle des émissions de ce secteur à l'aide des véhicules immatriculés dans le périmètre géographique de la municipalité (Lafond et Chan, 2014). Le seul paramètre qui peut modifier la quantité d'émissions de GES du secteur des transports devient le nombre de véhicules immatriculés sur son territoire. Ainsi, la quantité de véhicules immatriculés sur le territoire de la municipalité est la variable qui permet de capter les variations au niveau municipal. Cela dit, l'utilisation (kilométrage) du véhicule est une variable encore plus importante, car elle permettrait de capter la variation de GES issue des habitudes de déplacement des citoyens. La méthode de calcul de l'inventaire provincial est calquée sur la méthode de l'inventaire de GES national, cette méthode de calcul inclut quant à elle plus de paramètres qui permettent de calculer les émissions du transport routier. Pour calculer les émissions liées au transport routier, la méthodologie est divisée en deux étapes. La première étape caractérise le parc automobile et définit la pénétration des technologies antipollution, la durée de vie utile des convertisseurs catalytiques, le taux de consommation selon le type de véhicule et le taux d'accumulation de kilométrage (TAK). La deuxième étape consiste à calculer la consommation d'essence à l'aide d'une méthode

« ascendante » à l'aide des paramètres définis à la première étape. (Environnement et Changement climatique Canada, 2020)

Le TAK est une mesure du kilométrage moyen annuel effectué par un véhicule d'un âge donné et d'une classe particulière. Cette mesure provient de lectures lors d'inspections d'écart de kilométrage sur les odomètres de l'Ontario et de la Colombie-Britannique. De ce fait, excepté pour la Colombie-Britannique, l'ensemble des provinces canadiennes se basent sur la moyenne ontarienne pour estimer le TAK (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). Ainsi, si une mesure de mitigation qui influence la distance moyenne parcourue par les citoyens d'une municipalité est mise en place et que les émissions de GES sont estimées à travers les taux définis dans les inventaires provincial et national, il est peu probable que l'écart d'émissions de GES engendré dans la municipalité soit observable dans les sommes des émissions de GES estimées.

À titre indicatif, la MRC de Vaudreuil-Soulanges, dans son plan d'action régional de réduction des émissions de GES 2020-2025, prévoit entre autres réaliser six mesures de mitigation dans le secteur du transport (DEV, 2019). Dans le tableau 3.6, une note faible, moyenne ou forte est donnée à la relation de cause à effet entre les mesures de mitigation et les émissions de GES estimées dans l'inventaire de la MRC. La note est donnée de façon subjective. Si la mesure de mitigation risque de modifier le nombre de véhicules immatriculés de façon directe et rapide, la relation sera forte entre la mesure de mitigation et la méthode d'estimation. Au contraire, si la mesure de mitigation ne modifie que très peu le nombre de véhicules immatriculés dans la MRC, la réaction sera faible.

Tableau 3.6 Relation entre les mesures de mitigation et les méthodes de calcul des émissions de GES de l'inventaire municipal (inspiré de : DEV, 2019, p. 32)

Mesure de mitigation	Indicateur du plan d'action	Relation de cause à effet
Améliorer et intégrer les services de transport collectif	Nombre de services facilitant les déplacements Nombre de mesures facilitant la connectivité entre les modes de transport Nombre d'utilisateurs des services	Moyen
Optimiser l'accès au transport actif dans le développement des voies urbaines	Nombre d'initiatives optimisant le transport actif Nombre de personnes adoptant le transport actif	Faible
Intégrer des véhicules électriques dans les flottes de véhicules municipaux	Nombre de véhicules électriques municipaux	Moyen
Développer une campagne régionale de sensibilisation sur la marche au ralenti	Mesures mises en place pour sensibiliser à la marche au ralenti Nombre de conducteurs rejoints avec la campagne de sensibilisation	Faible
Développer une campagne régionale de sensibilisation sur l'écoconduite	Mesures mises en place pour sensibiliser aux habitudes d'écoconduite Nombre de litres d'essence ou de diesel des véhicules municipaux	Faible
Augmenter l'accès aux bornes de recharge électrique	Nombre de bornes de recharge électrique installées sur le territoire	Moyen

Ainsi, la moitié des actions présentées dans le plan d'action régional de réduction de GES pourraient ne pas donner de résultats attestant des progrès de réduction des émissions de GES lors de la réalisation du prochain inventaire de la MRC si la seule variable issue de la MRC est le nombre de véhicules immatriculés sur le territoire. Leur relation avec les paramètres de la méthode d'estimation étant faible, il est peu probable que les quantités d'émissions de GES soient modifiées par ces mesures de mitigation. Il est cependant intéressant d'observer que la MRC de Vaudreuil-Soulanges a aussi choisi de mettre en place des indicateurs de performance pour chaque mesure de mitigation. C'est une solution valable pour contourner l'enjeu de la relation entre les mesures de mitigation du plan d'action et les estimations d'émissions de GES des inventaires.

En somme, si les inventaires d'émissions de GES actuels sont analysés dans le contexte de lutte aux changements climatiques et qu'ils sont considérés comme un outil à travers un processus de réduction des émissions de GES, les trois enjeux qui doivent être considérés lors du choix d'un protocole pour calculer les inventaires de GES sont les suivants : la qualité des données ou des paramètres utilisés dans les calculs ou estimations des émissions de GES, la possibilité de réaliser des mesures de mitigation dans les secteurs considérés et la relation de cause à effet entre les mesures de mitigation des plans d'action et les émissions des inventaires de GES.

4. APPLICABILITÉ DU GPC DANS LES PETITES ET MOYENNES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES

Le GPC définit ainsi le périmètre de déclaration des sources d'émissions de GES à travers des secteurs présents dans trois champs déterminés par les frontières de la municipalité. De ce fait, les sources d'émissions issues d'activités de certains secteurs n'étant pas sous le contrôle direct de la municipalité sont aussi intégrées dans l'inventaire d'émissions de GES. Ces secteurs, comme l'énergie stationnaire, apportent plusieurs enjeux et menaces pour les petites et moyennes municipalités. Par exemple, de nouvelles méthodes moins courantes pour estimer les émissions de GES doivent être développées ou il peut être nécessaire de recueillir plus de données confidentielles de fournisseurs de la région. Ces nouveaux besoins générés par le GPC nécessitent donc une contribution plus grande de ressources financières et humaines. De ce fait, dans le contexte des petites et moyennes municipalités, il devient judicieux d'utiliser ces ressources de façon efficace et efficiente pour les secteurs sur lesquels les municipalités de 100 000 habitants ont des compétences pour passer à travers ces barrières. Il sera ainsi possible de définir pour quel secteur du GPC les petites et moyennes municipalités auront avantage à améliorer les méthodes de calcul pour bien suivre les émissions de GES et évaluer l'efficacité de leurs mesures de mitigation.

Dans le présent chapitre, les caractéristiques du GPC sont introduites dans le contexte des petites et moyennes municipalités québécoises. Chaque secteur du GPC est évalué selon les principes définis dans la norme ISO 14604-1 : la pertinence, la complétude, la cohérence, l'exactitude et la transparence (ISO, 2018). De plus, le chapitre évalue si une municipalité qui utilise le GPC peut avoir de meilleurs résultats de réduction de GES qu'une municipalité qui a utilisé le guide du PCM1.

Par conséquent, chaque critère utilisé pour l'analyse est décrit. Ces critères permettent de conclure si les caractéristiques du GPC peuvent combler les menaces et les faiblesses décrites dans le chapitre précédent. Finalement, les limites de l'analyse sont définies dans la dernière section du chapitre.

4.1 Choix des critères pour l'analyse

Chacun des secteurs du GPC est analysé individuellement grâce à certains critères définis par les principes de la norme ISO 14064-1 :

- La pertinence permet d'évaluer si, dans un premier temps, les sources et les puits ayant un impact considérable sur les émissions de GES sont inclus dans l'inventaire. Par la suite, les meilleures données et méthodologies disponibles sont ciblées pour l'utilisation de l'inventaire dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques pour une municipalité.
- La complétude permet de conclure si toutes les émissions de GES pertinentes sont incluses dans l'inventaire de la municipalité.
- La cohérence permet aux municipalités d'effectuer des comparaisons entre les différents inventaires qu'elles ont effectués.

L'exactitude et la transparence, deux autres critères de la norme ISO 14064-1, ne peuvent pas être analysées dans le cadre de cet essai, et ce, pour tous les secteurs du GPC. En effet, l'auteur de l'inventaire se doit de suivre les lignes directrices du protocole pour minimiser les biais et les incertitudes de ses calculs. Cela dit, l'accès aux données nécessaires n'est pas toujours possible et les incertitudes peuvent être plus grandes. De ce fait, chaque secteur est analysé selon les critères restants, soit la pertinence, la complétude et la cohérence. Par la suite, il sera possible de conclure si le GPC est adapté à la réalité des municipalités québécoises. Les secteurs du niveau *Basic* (énergie stationnaire, transport et matières résiduelles) sont analysés en détail alors que les secteurs du niveau *Basic+* (PIUP et AFUT) sont analysés de façon plus globale.

4.2 Analyse des critères pour le secteur de l'énergie stationnaire

Le secteur de l'énergie stationnaire a connu une évolution considérable dans les inventaires d'émissions de GES des municipalités du Québec. À l'époque du PCM1 en 2010, les inventaires comptabilisaient uniquement les émissions reliées aux bâtiments et infrastructures appartenant ou sous le contrôle de la municipalité, alors que la totalité des bâtiments présents dans les limites de la municipalité sont maintenant considérés, comme c'est le cas dans les inventaires de l'arrondissement de Saint-Laurent et de la MRC de Vaudreuil-Soulanges. Puisque l'inventaire québécois de 2018 estime qu'environ 25 % des émissions de GES proviennent de l'énergie stationnaire, il est tout à fait pertinent d'inclure la totalité des bâtiments et infrastructures, car elle représente une quantité considérable d'émissions de GES. Les émissions des sous-secteurs résidentiel, commercial et institutionnel ont quant à elles diminué de 27 % entre 1990 et 2018. Si la tendance se maintient, il y a encore un fort potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments à travers de nouvelles méthodes de construction, des programmes d'incitation à la rénovation résidentielle et des systèmes de chauffage à haut rendement. (MELCC, 2020)

Pour avoir un portrait d'ensemble des émissions de GES produites dans la municipalité et respecter le principe de complétude des inventaires, les émissions de GES des sous-secteurs du domaine industriel et de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche sont pertinentes à comptabiliser. Cela dit, si l'inventaire de GES municipal est réalisé dans un objectif de réduction des émissions de GES à l'aide de mesures de mitigation réalisables, il est possible de constater que peu de mesures de mitigation dans ses sous-secteurs sont sous compétence municipale. Pour les sous-secteurs pour lesquels la municipalité n'a pas de contrôle direct, il serait certainement plus intéressant de faire participer les acteurs touchés en les incluant dans les processus de décision liés à la lutte aux changements climatiques et en les sensibilisant. La chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal a analysé, en 2019, plusieurs pistes de solution quant à la réduction des émissions de GES de ces sous-secteurs. Le constat est évident : malgré la multitude d'options envisageables dues au grand nombre d'industries, peu de mesures de mitigation sont réalisables au niveau municipal. Les solutions proviennent, d'un côté, des technologies permettant une réduction des émissions de GES et une économie d'énergie et, de l'autre, du système de plafonnement et d'échange de droits d'émissions (SPEDE) qui viendrait limiter les émissions de GES des plus grosses industries, soient

le ciment, l'acier et l'aluminium (Pineau et al., 2019). Ces deux solutions ne sont réalisables que par l'entremise d'actions au sein de ces industries, du SPEDE ou d'autres politiques provinciales ou fédérales, qui permettent de réduire les émissions de GES et de développer des stratégies pour l'économie québécoise à travers de nouvelles technologies vertes et une meilleure efficacité (MELCC, s. d.a). Il est tout de même pertinent d'inclure ces sous-secteurs dans les inventaires de GES pour avoir une meilleure perception de la proportion que représente chaque secteur dans l'inventaire. Cela dit, peu de réductions d'émissions de GES peuvent provenir des sous-secteurs des industries, de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche dans le contexte municipal.

De plus, les méthodes de calcul et les données prescrites par le GPC pour l'énergie stationnaire correspondent, en partie, à ce qui s'est déjà fait dans certains inventaires de GES au Québec. L'expertise acquise par les consultants et les administrations municipales sont donc un atout pour compléter le GPC. Par exemple, dans l'inventaire des émissions de GES de la MRC de Vaudreuil-Soulanges, une estimation a été réalisée à partir de la consommation réelle de gaz naturel et des proportions de la consommation des autres énergies, comme le mazout et l'électricité, pour les sous-secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel et de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche (Angers, 2020). Cette méthode, décrite dans le GPC, permet d'avoir une portion de la consommation réelle de certains combustibles fossiles et d'estimer les données manquantes à l'aide d'une mise à l'échelle des consommations provenant de la province québécoise.

Le GPC permet aussi d'inclure dans l'inventaire les émissions de GES issues des opérations de la municipalité (WRI et al., 2014). Cette option est intéressante, car elle permet de respecter la cohérence entre les premiers inventaires du PCM1 qui répartissaient les émissions de GES entre les émissions corporatives et les émissions de la collectivité. Cibler les émissions issues des opérations dans l'inventaire permet, entre autres, d'observer les résultats des mesures de mitigation réalisées au sein de l'administration municipale. Ce suivi ne serait pas possible si les inventaires ne ciblaient pas spécifiquement les émissions issues des énergies stationnaires des bâtiments et des infrastructures de la municipalité.

En somme, le GPC offre un cadre bien défini pour la comptabilisation des émissions issues du secteur de l'énergie stationnaire. Cela dit, si l'objectif de la municipalité est de réduire les émissions de GES sur son territoire, les sous-secteurs résidentiel, commercial et institutionnel sont les plus importants. La municipalité a, en effet, plus de pouvoir pour mettre en place des mesures de mitigation dans ces sous-secteurs. De ce fait, il est pertinent que, dans un processus d'amélioration des données d'activité, la municipalité augmente la qualité et la disponibilité des données d'activités locales en lien avec ces sous-secteurs tout en estimant les sous-secteurs du domaine industriel, de l'agriculture, de la forêt et des pêches où elle détient moins de pouvoir d'action. Ainsi, la pertinence de ce secteur est maintenue tout en assurant la complétude des émissions issues de l'énergie stationnaire.

4.3 Analyse des critères pour le secteur du transport

Le secteur du transport a, de son côté, changé son périmètre de déclaration en ajoutant certains sous-secteurs. En effet, en 2010, lors de la réalisation des premiers inventaires effectués dans le cadre du PCM1, seulement les véhicules sur route et hors routes étaient comptabilisés dans l'inventaire. Cela dit, les inventaires effectués plus récemment, et qui suivent la méthodologie du GPC comme celui de la MRC de Vaudreuil-Soulanges, comptabilisent plusieurs sous-secteurs : le transport sur route, par avion, par bateau, par train et hors route. L'inventaire québécois de 2018 démontre que 45 % des émissions de GES québécoises sont issues du transport. De plus, ce secteur a connu une croissance de 33 % depuis 1990. Le transport routier (automobiles, camions légers, véhicules lourds, etc.) représente à lui seul environ 80 % des émissions issues du transport. L'usage des véhicules lourds (autobus, camions, tracteurs routiers, etc.) a quant à lui augmenté de 190 % depuis 1990 et le nombre d'emplois dans le secteur du transport par camion a augmenté de 10 % entre 2009 et 2018. Les émissions de GES des véhicules légers, de leurs côtés, ont connu un recul de 15 %, malgré une augmentation du nombre de véhicules légers de 12 %. Le secteur du transport est donc en constante évolution, autant du côté de la pénétration de nouvelles technologies sur le marché que sur les habitudes de conduite des usagés. (MELCC, 2020)

Il est également pertinent d'inclure les sous-secteurs du transport par avion, par train et par bateau dans le calcul des émissions du secteur du transport pour avoir un meilleur aperçu des proportions de chaque sous-secteur. Comme défini dans le premier chapitre, seules les émissions de GES des vols domestiques sont comptabilisées, les vols internationaux étant exclus des inventaires réalisés avec le GPC (WRI et al., 2014). Cela dit, les municipalités ont très peu de contrôle sur ces sous-secteurs du transport qui sont de compétences fédérale et provinciale (Beaudoin, 2006). Il est donc plus probable de trouver des mesures de mitigation reliées au sous-secteur du transport routier dans un contexte où l'objectif est de réduire les émissions de GES à l'échelle municipale. En effet, il serait possible pour une municipalité de modifier les habitudes de déplacement de ses citoyens à travers une bonification de l'offre du transport en commun, l'amélioration des infrastructures pour le transport actif comme le vélo et le développement de quartiers combinant une mixité des usages avec des services de proximité (Pineau, 2016). De ce fait, il est important que les données d'activités concernant les déplacements des citoyens et l'utilisation des automobiles proviennent de données locales. Le transport sur route effectué pour la marchandise par camion lourd peut quant à lui être peu influencé par des mesures de mitigation provenant du milieu municipal. Le rapport d'étude de Décarbonisation du transport routier des marchandises au Québec (Pedinotti-Castelle et al., 2020) évoque les scénarios de réduction des émissions de GES possibles et aucune des mesures ne provient du milieu municipal. Cela dit, la MRC de Joliette a pris les devants en réalisant un plan d'électrification de sa flotte de véhicules en plus d'augmenter ses connaissances sur l'électrification du transport au niveau municipal (MRC de Joliette, 2019). Il serait donc possible que les lignes directrices de l'électrification des transports du gouvernement provincial percolent sur les administrations municipales et les MRC (Gouvernement du Québec, 2020). Outre le milieu municipal, les actions sont souvent réalisées par l'entremise de politiques internes aux entreprises de transport, de taxes applicables sur l'essence et le

diesel et de technologies alternatives aux carburants fossiles comme les camions électriques ou hybrides (Pedinotti-Castelle et al., 2020). La pertinence d'obtenir des données d'activités locales pour le transport par véhicule léger est donc centrale puisque les mesures de mitigation réalisables par la municipalité influencent en grande majorité les habitudes de transport des citoyens. Les méthodes de calcul présentement utilisées se basent sur la mise à l'échelle à l'aide des véhicules immatriculés dans les limites de la municipalité. Il serait pertinent, dans un premier temps, d'utiliser la méthode de consommation de carburant (descendante), qui permettrait d'utiliser des données d'activités provenant d'un niveau local. De plus, il s'agit d'une méthode recommandée par le GPC (WRI et al., 2014). Dans un objectif d'amélioration des données d'activités disponibles, il serait également pertinent de mettre en place des méthodes pour utiliser, à terme, une méthode de calcul ascendante qui permettrait d'avoir un portrait plus détaillé du transport routier dans la municipalité.

Comme le secteur de l'énergie stationnaire, les opérations de la municipalité dans le secteur du transport peuvent être incluses de façon spécifique dans l'inventaire d'émissions de GES de la municipalité. C'est une option intéressante puisque plusieurs mesures de mitigation sont envisageables dans ce secteur, notamment l'électrification de la flotte de véhicules municipaux. Dans une optique de cohérence, il serait donc possible de faire un suivi des réductions dans le secteur des transports pour les opérations de la municipalité.

En résumé, la complétude du secteur des transports, avec tous les sous-secteurs inclus dans le GPC, est pertinente pour avoir un portrait systémique de la situation dans ce secteur. Cela dit, il est plus pertinent pour le sous-secteur du transport sur route et hors route d'obtenir des données d'activités et une méthode de calcul ascendante pour estimer les émissions de GES du transport sur route puisque c'est le sous-secteur sur lequel une municipalité a le plus de pouvoir. La méthode ascendante permet d'avoir plus de détails sur les données d'activités du secteur des transports, comme le kilométrage parcouru par les véhicules, les types de véhicules utilisés pour les déplacements et l'énergie consommée selon le type de véhicule (WRI et al., 2014). Les sous-secteurs du transport par avion, par train et par bateau peuvent être estimés à l'aide d'une mise à l'échelle, car les mesures de mitigation du niveau municipal visant ces sous-secteurs sont presque nulles.

4.4 Analyse des critères pour le secteur des matières résiduelles

Le secteur des matières résiduelles a produit 5 % des émissions totales de GES au Québec en 2018. L'enfouissement des matières résiduelles a généré 89 % des émissions de ce secteur et le traitement des eaux usées représente 6 %. Le reste des émissions de GES est lié à l'incinération (3 %) et au traitement biologique des matières résiduelles (2 %). De plus, les émissions de GES du secteur des matières résiduelles a connu une diminution considérable de 42 % entre 1990 et 2018. Les émissions de GES du sous-secteur du traitement des eaux usées ont augmenté de 14 % depuis 1990. (MELCC, 2020)

La gestion des matières résiduelles est la compétence des MRC ou des municipalités. En effet, il peut en effet être déclaré par règlement que la responsabilité revient aux MRC, sans possibilité de retrait pour les

municipalités concernées. Une municipalité peut gérer les opérations d'un système d'élimination et de valorisation des matières résiduelles. Cela dit, c'est aux MRC de réaliser les PGMR, elles ont donc accumulé une expertise pertinente en gestion des matières résiduelles (MAMH, s. d.c). Les MRC et les municipalités ont également la possibilité de mettre en place des systèmes de compostages et de biométhanisation qui réduisent les émissions de GES. Le compostage émet considérablement moins de CH₄, un GES 25 fois plus puissant que le CO₂, que les LET, par exemple (Recyc-Québec, s. d.). De plus, la gestion du traitement des eaux usées est sous le contrôle de la municipalité, donc les mesures de mitigation sont réalisables dans ce sous-secteur (MAMH, s. d.a). La municipalité de Montague à l'Île-du-Prince-Édouard est un exemple de succès en ce qui concerne la gestion des boues d'épuration. La municipalité a mis en place un système de sacs géotextiles qui filtrent passivement les eaux, permettant de produire un compost plus sec et plus léger. Cette mesure de mitigation a permis de réduire de 26 t éq. CO₂ les émissions de GES de la municipalité (Fédération canadienne des municipalités [FCM], 2016). L'expertise accumulée par les municipalités pour des données d'activités de qualité dans le secteur de la gestion des matières résiduelles est aussi utile pour le GPC. En effet, malgré les méthodes de calcul ou les modèles qui sont utilisés, les données d'activités correspondent bien souvent à la masse de matières résiduelles générées par la municipalité, à l'historique des quantités enfouies des LET et à la quantité de carbone organique dégradable dans la matière résiduelle.

Pour avoir une certaine cohérence lors de la réalisation des inventaires d'émissions de GES réalisés avec le GPC, il est important de mentionner que le traitement des eaux usées n'est plus considéré comme étant issu des opérations de la municipalité (les inventaires réalisés sous le PCM1 l'incluaient dans son inventaire corporatif).

En somme, les données d'activités du secteur des matières résiduelles sont assez bien connues, les spécialistes les ayant déjà utilisés par le passé pour réaliser des inventaires. De plus, il est pertinent d'inclure tous les sous-secteurs, car les municipalités et les MRC ont des pouvoirs et des compétences dans le domaine de la gestion des matières résiduelles.

4.5 Analyse des critères pour les secteurs des PIUP et de l'AFUT

Les secteurs des PIUP et de l'AFUT font partie des inventaires d'émissions de GES de niveau *Basic+* du GPC. L'agriculture représente, dans l'inventaire québécois, environ 10 % de la totalité des émissions de GES, tandis que les PIUP en représentent 15 % en 2018. (MELCC, 2020)

Le niveau de pertinence de ces deux secteurs mérite d'être analysé, puisque les municipalités n'y détiennent que très peu de pouvoirs et de compétences. En effet, les tendances quant aux projets de réduction des émissions de GES du secteur des procédés industriels sont plutôt l'association de diverses entreprises. Ainsi, en misant sur une économie circulaire, certaines industries transfèrent leurs énergies en circuit fermé à d'autres usines ou valorisent les déchets en matière première. De plus, les grands émetteurs de GES sont assujettis au SPEDE et, pour faciliter la transition énergétique, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) finance les projets de réduction des émissions de GES à travers le

programme Technoclimat, et ce, jusqu'à concurrence de 5 M\$ (Primeau, 2019, 18 septembre). Il est donc peu probable de trouver des mesures de mitigation dans un contexte où l'objectif est de réduire les émissions de GES à travers des compétences municipales. De ce fait, si les petites et moyennes municipalités ne peuvent avoir un pouvoir sur les émissions de GES des industries, il serait moins pertinent de les inclure dans les inventaires.

Le secteur de l'AFUT est dans la même situation. Les réductions d'émissions de GES liées à l'agriculture sont de la compétence du MAPAQ et reposent sur la volonté des agriculteurs à améliorer l'empreinte carbone de leur production. Les projets de réduction de GES incluent l'amélioration des modes d'élevage permettant de réduire les émissions de GES des gaz intestinaux des ruminants, la meilleure gestion et le stockage du fumier ou l'optimisation de l'emploi du fumier et des fertilisants pour éviter l'excès d'azote (MAPAQ, 2020). Pour le domaine forestier, les projets de réduction de GES proviennent surtout du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) à travers un meilleur aménagement de la forêt, une séquestration du carbone forestier supplémentaire et des crédits compensatoires dans le secteur forestier (MFFP, 2019). À travers ces exemples, peu de mesures de mitigation peuvent provenir du milieu municipal, ce qui remet en cause la pertinence d'inclure le secteur de l'AFUT dans les inventaires des petites et moyennes municipalités. En effet, peu de mesures de mitigation sont envisageables dans ce secteur relativement aux compétences municipales.

De ce fait, puisque les mesures de mitigation des secteurs des PIUP et de l'AFUT sous les compétences municipales sont quasi inexistantes, il est peu pertinent d'inclure ces secteurs dans les inventaires d'émissions de GES des petites et moyennes municipalités québécoises. Le niveau *Basic+* du GPC, qui inclut ces deux secteurs, n'est donc pas pertinent pour les petites et moyennes municipalités québécoises.

4.6 Limites du GPC

Le GPC offre un cadre de comptabilisation complet qui permet aux petites et moyennes municipalités de présenter leurs inventaires de GES de façon standardisée. En effet, ce protocole s'assure de conserver une certaine consistance dans les méthodes de comptabilisation des GES et dans la façon de les catégoriser au sein de certains secteurs. De plus, le GPC présente les émissions de GES de la municipalité de façon exhaustive et permet de contourner la problématique du double comptage grâce à la catégorisation des émissions de GES en trois champs distincts. Cela dit, le GPC n'impose pas de méthodes de calcul pour comptabiliser les émissions de GES et les données utilisées influencent considérablement la qualité du résultat de l'inventaire. L'accès à des données locales devient alors un enjeu qui influence grandement la qualité des résultats de l'inventaire de GES. Le contexte des inventaires québécois reflète d'ailleurs cet enjeu : les inventaires effectués à l'aide du guide fourni par le PCM1 et les inventaires réalisés avec le GPC utilisent en partie les mêmes méthodes de calcul pour certains secteurs. Le sous-secteur du transport sur route est un exemple parmi d'autres : que ce soit dans un inventaire suivant le GPC ou le PCM1, les municipalités ont utilisé une mise à l'échelle à partir de données issues de l'inventaire national. De ce fait, les inventaires municipaux qui utilisent cette mise à l'échelle ne captent pas les variations locales des

émissions de GES de ce sous-secteur (Stockholm Environment Institute [SEI], 2019). Cette situation ne permet donc pas de faire un suivi des réductions des émissions de GES et de savoir si la municipalité se rapproche de ses objectifs de réduction.

Dans le contexte actuel, il est également peu probable que les petites et moyennes municipalités agissent dans certains des secteurs ou sous-secteurs qui sont hors de leurs compétences. Sachant que l'un des principes de la norme ISO 14064-1 est la complétude, il serait plus pertinent de comptabiliser ces sous-secteurs avec des méthodes d'estimations moins complexes qu'avec des méthodes de calcul utilisant des données locales. De plus, une analyse démontre que les municipalités à travers le monde sont peu attirées par le GPC, à cause de la complexité du protocole qui les empêche de le compléter ou de l'utiliser correctement. Le manque de données au niveau local et les méthodes de collecte de données sont aussi un problème récurrent dans les municipalités étudiées (Arioli et al., 2020). Simplifier les méthodes d'estimations des sous-secteurs moins pertinents à l'échelle municipale, tout en améliorant les méthodes de calcul des sous-secteurs où plus de mesures de mitigation peuvent être mises en place, devient donc intéressant.

En somme, le GPC est un protocole qui offre un cadre où les sources d'émissions de GES d'une municipalité peuvent être comptabilisées de façon complète. De plus, la catégorisation des sources directes et indirectes dans les trois champs permet de réduire au minimum le double comptage. Cela dit, des enjeux observés dans les inventaires d'émissions de GES des municipalités québécoises restent toujours présents, même avec l'utilisation du GPC. L'indisponibilité des données locales pose un réel problème quant à la captation des variations des émissions de GES d'une municipalité. De plus, certains secteurs et sous-secteurs n'étant pas de compétence municipale, il serait très peu probable de mettre en place des mesures de mitigation reliées à ces secteurs et sous-secteurs.

5. RECOMMANDATIONS

Le GPC permet de réaliser des inventaires d'émissions de GES plus cohérents quant à la catégorisation des sources de GES d'une petite et moyenne municipalité. Cela dit, la disponibilité des données locales devient l'enjeu principal lors de la réalisation d'un inventaire, car ces données permettent de capter plus fidèlement les variations des émissions de GES dans les municipalités. Pour une petite et moyenne municipalité, il peut cependant être difficile de trouver les ressources nécessaires pour avoir accès aux données qui permettent de calculer les émissions de GES. L'analogie suivante peut être utilisée pour illustrer la situation de certains secteurs, comme ceux de l'énergie stationnaire et du transport : les inventaires d'émissions de GES municipaux actuels peuvent être considérés comme l'équivalent de compteurs de vitesse qui affichent la moyenne de tous les véhicules présents sur la route. Cela dit, si un véhicule avec ce type de compteur de vitesse ralentit ou accélère, la variation de vitesse n'est pas captée puisque la moyenne de tous les véhicules reste relativement constante. Cette situation, qui est présente dans les inventaires de GES municipaux, est due à l'utilisation des méthodes de mises à l'échelle pour certains secteurs et ne permet pas de capter les variations d'émissions de GES à l'échelle de la municipalité. De ce fait, le GPC fournit brièvement certains principes qui permettent d'améliorer de façon continue la qualité des données.

5.1 À l'intention des gestionnaires municipaux des petites et moyennes municipalités

La gestion des données nécessaires à la réalisation de l'inventaire de GES passe par la mise en place d'un processus de collecte de données, la priorisation des améliorations à mettre en place, la révision de la collecte des données et la collaboration avec des fournisseurs locaux (WRI et al., 2014). Certaines de ces étapes sont propres à chaque municipalité, comme les processus de collecte de données, la révision de la collecte de données et la collaboration avec des fournisseurs. Cela dit, il est possible de prioriser les secteurs et sous-secteurs qui nécessitent rapidement un changement dans les méthodes de calcul et dans l'utilisation de données d'activités locales. Le chapitre quatre a permis d'évaluer la proportion des émissions de GES dans l'inventaire provincial et la pertinence d'inclure ces émissions de GES selon les possibilités qu'a une petite et moyenne municipalité de les réduire selon les compétences définies au chapitre deux. Le résultat final serait un inventaire avec des données locales pour les secteurs et sous-secteurs les plus importants et des estimations obtenues à l'aide de données provenant des échelles provinciale et nationale pour les secteurs ayant un moins grand potentiel de réduction de GES dans le cadre des petites et moyennes municipalités. Le choix des méthodes de calcul pour estimer les émissions de GES doit être fait selon le potentiel de réduction des émissions de GES dans chaque secteur et les outils législatifs disponibles, définis dans le chapitre deux. De plus, le GPC suggère plusieurs méthodes de calcul pour chaque type d'émissions de GES sans pour autant les imposer. Par conséquent, il est possible pour les petites et moyennes municipalités d'effectuer des choix quant à la précision et à la qualité des résultats pour chaque secteur. Les paragraphes suivants décrivent, en ordre de priorité, les secteurs et les sous-secteurs pour lesquels les petites et moyennes municipalités devraient allouer plus de ressources pour améliorer la qualité et la quantité de données locales. Il est intéressant de noter qu'il peut être avantageux,

pour une petite et moyenne municipalité, d'instaurer un processus de collecte de données efficace, puisque le nombre restreint de fournisseurs facilite la recherche et l'acquisition de données intéressantes.

- **Amélioration de la collecte et de la qualité des données locales pour le sous-secteur du transport sur route**

Le sous-secteur du transport sur route mérite d'être la priorité quant à la mise en place d'une meilleure méthode de collecte de données locales. En effet, il représente 36 % de la totalité des émissions de GES (80 % de la part des émissions du secteur du transport) et les petites et moyennes municipalités ont un pouvoir important quant aux habitudes de déplacement de leurs citoyens par leurs compétences en développement du territoire et par le développement d'infrastructures permettant le transport actif (MELCC, 2020). Des alternatives à la mise à l'échelle de données nationales doivent être considérées pour ce sous-secteur pour mieux assurer le suivi des variations de GES engendrées sur le territoire de la municipalité. Les petites et moyennes municipalités doivent utiliser une méthode de calcul qui permet de capter les variations de la consommation de combustible issue des frontières de son territoire. Comme expliqué au chapitre trois, il est possible d'utiliser cette méthode de calcul des émissions de GES à l'aide des données de consommation de carburant à la pompe. Le territoire plus petit d'une petite et moyenne municipalité comporte aussi moins de points de ventes, ce qui facilite la collecte de données. Les autres sous-secteurs du transport peuvent, quant à eux, être estimés selon des données provinciales, car ils représentent une part moins importante des inventaires. Par ailleurs, ce sont des sous-secteurs de compétences fédérale et provinciale. Il est donc peu probable que des mesures de mitigation soient réalisées au niveau municipal dans ces sous-secteurs. Cela dit, dans la mesure où la complétude de l'inventaire d'émissions de GES doit être respectée, il faut tout de même comptabiliser ces sources d'émissions de GES. La part des émissions de GES issues du transport sur route et hors route sera mieux présentée dans le secteur du transport ayant aussi intégré le transport par avion, par bateau et par train. Ainsi, les variations du transport sur route et hors route apparaîtront dans les inventaires réalisés et le suivi des mesures de mitigation pourra être réalisé.

- **Amélioration de la collecte et de la qualité des données locales pour les sous-secteurs des bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels**

Les sous-secteurs associés à l'énergie stationnaire apportent aussi leur lot de contraintes et de défis concernant l'accessibilité des données d'activités locales. Les sous-secteurs résidentiels, commerciaux et institutionnels ont également un important potentiel quant à la possibilité, pour une municipalité, d'y réaliser des mesures de mitigation. De plus, ces deux sous-secteurs représentaient environ 10 % des émissions de GES québécoises en 2018 (MELCC, 2020). De ce fait, puisqu'une part considérable des émissions de GES est produite par ces sous-secteurs, et puisque les compétences municipales permettent de mettre en place des mesures de mitigation liées à ces bâtiments, il est important de les prioriser lors de la collecte de données locales. Plusieurs méthodes de calcul sont décrites dans le GPC pour estimer les émissions de ces sous-secteurs. Un sondage permettant de récolter un échantillon de données d'activités pour déterminer la consommation de carburant et la superficie habitable des bâtiments peut permettre de créer un modèle de consommation d'énergie selon les caractéristiques des différents bâtiments (WRI et al.,

2014). Cette solution permettrait de mettre à l'échelle des données locales qui faciliteraient le suivi des variations des émissions de GES de ces sous-secteurs. Les autres sous-secteurs de l'énergie stationnaire doivent tout de même être inclus pour respecter la complétude de l'inventaire. Cela dit, des méthodes de mises à l'échelle à l'aide de données nationales peuvent être utilisées pour comptabiliser ces émissions de GES. Il serait, en effet, peu probable qu'une municipalité réalise des mesures de mitigation dans les sous-secteurs de l'industrie, de la production et de la distribution d'énergie ou dans l'agriculture, la foresterie et la pêche.

- **Amélioration de la collecte et de la qualité des données locales pour le secteur des matières résiduelles**

Le secteur des matières résiduelles représente des enjeux et des défis moins complexes, car les estimations proviennent de données locales recueillies à travers les MRC. Sachant que les PGMR sont révisés périodiquement aux sept ans, l'accès aux données et l'expertise des MRC peuvent être utilisés pour la réalisation de l'inventaire d'émissions de GES des municipalités (Recyc-Québec, 2020). Dans le cas d'une municipalité qui n'a pas accès à ces données, il est toujours possible de mettre à l'échelle les données provinciales. Puisque le secteur des matières résiduelles avait une part de 5 % des émissions de GES québécoises en 2018, et puisqu'une certaine expertise est déjà développée en gestion des matières résiduelles au niveau des MRC, ce secteur arriverait en troisième position de priorité pour la collecte de données locales. Finalement, le chapitre deux a démontré que les petites et moyennes municipalités ont des compétences en gestion de matières résiduelles. Il est donc possible de réaliser des mesures de mitigations au sein même de la municipalité et l'amélioration de la qualité des données locales permettra de faire un suivi plus réaliste et précis de ce secteur.

- **Définir les besoins en matière de données pour les secteurs des PIUP et de l'AFUT**

Les secteurs des PIUP et de l'AFUT arrivent en dernier pour la collecte et l'amélioration de la qualité des données locales. En effet, le GPC permet d'exclure ces deux secteurs si la municipalité décide de réaliser un inventaire selon le niveau *Basic*. De plus, l'analyse réalisée au courant de cet essai a démontré que les compétences municipales n'agissent que très peu sur ces secteurs. Il est donc de la responsabilité de la municipalité de décider s'il est pertinent d'inclure ces secteurs dans son inventaire d'émissions de GES.

- **Intégrer les émissions générées par les opérations de la municipalité dans l'annexe de l'inventaire des émissions de GES**

Dans une optique de cohérence entre les nouveaux inventaires de GES réalisés avec le GPC et les inventaires réalisés dans le cadre du PCM1, les émissions de GES générées par les opérations de la municipalité (l'inventaire corporatif du PCM1) auraient avantage à être incluses dans l'inventaire de GES. L'inventaire des opérations de la municipalité reste pertinent à inclure, car il démontre que l'administration municipale vise aussi à diminuer les émissions de GES de ses propres activités. De plus, pour les petites et moyennes municipalités, comptabiliser ce type d'émissions de GES demande un effort plus modéré puisqu'elles ont un contrôle direct sur leurs activités. Les gestionnaires municipaux peuvent donc mettre en

place plus facile des processus de collecte de données, sans pour autant investir des quantités considérables de ressources. Puisque les lignes directrices de comptabilisation des émissions de GES issues des opérations de la municipalité sont présentées dans l'annexe du GPC, il serait pertinent de présenter les résultats dans l'annexe de l'inventaire d'émissions de GES.

En somme, les sous-secteurs du transport sur route et hors route, de l'énergie stationnaire des bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels et des matières résiduelles sont à prioriser dans l'amélioration de la qualité des données utilisées pour comptabiliser les émissions dans les inventaires municipaux. Ce sont des secteurs et sous-secteurs qui représentent une part considérable des émissions de GES du Québec et les municipalités ont les compétences pour mettre en place des mesures de mitigation efficaces pour atteindre les cibles de réduction. Les autres sous-secteurs doivent tout de même être inclus dans les inventaires pour respecter le principe de complétude et avoir un portrait global de la situation. Cela dit, des mises à l'échelle à l'aide de données nationales et provinciales peuvent être utilisées pour simplifier la collecte de données et concentrer les ressources dans les sous-secteurs prioritaires.

CONCLUSION

Les inventaires d'émissions de GES municipaux du Québec ont démontré que les résultats obtenus pouvaient varier considérablement selon les méthodes de comptabilisation et les protocoles choisis pour les réaliser. De ce fait, la première génération d'inventaires et de plans de réduction d'émissions de GES, datant du début des années 2010, n'a pas atteint des objectifs considérables de réduction de GES jusqu'ici. Les réductions totales se trouvaient en effet sous les 1 % sur des périodes de cinq ans. Puisque les inventaires de GES sont des outils indispensables pour cibler les sources et les quantités de GES émises dans chaque secteur et sous-secteur, les responsables municipaux et les spécialistes doivent pouvoir utiliser cet outil pour réaliser le suivi des diminutions ou des augmentations des émissions de leurs municipalités. Le GPC apporte donc une amélioration quant à la standardisation, la complétude et la diminution du risque de double comptage.

Le cadre et les lignes directrices du GPC comportent une structure de présentation des émissions de GES qui permet à des élus et des professionnels de visualiser de façon concrète et simple les sources d'émissions de leur municipalité. Cela dit, d'autres enjeux qui entourent le GPC et les inventaires de GES ont été ciblés dans cet essai. En effet, si les petites et moyennes municipalités réalisent leurs inventaires de GES sans pour autant mettre en place une structure de gouvernance qui permet de mettre en place les mesures de mitigation et de faire un suivi sérieux, il est fort probable que les objectifs de réduction des émissions de GES à long terme ne soient pas atteints. De plus, il serait important de mettre davantage au premier plan les secteurs et sous-secteurs pour lesquels les petites et moyennes municipalités ont un pouvoir d'action ou des compétences. Présentement, ces municipalités n'ont que très peu d'influence sur les secteurs des PIUP ainsi que de l'AFUT. Il est donc suggéré d'utiliser le niveau *Basic* proposé par le GPC. Au niveau des sous-secteurs, le même constat est fait. Les petites et moyennes municipalités n'ont que peu d'influence sur les bâtiments industriels, sur le transport par avion, par bateau ou par train, de même que sur les véhicules lourds. Conséquemment, ces municipalités doivent mettre en place des processus de collecte de données suggérés par le GPC pour avoir accès à des données locales en priorisant les secteurs sur lesquels elles ont un réel pouvoir d'action. Une collecte de données locales des bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels, du transport sur route et hors route ainsi que du secteur des matières premières doit être priorisée. Avoir accès aux données locales permet d'avoir un inventaire qui facilite le suivi des variations des émissions de GES que des plans de réduction de GES peuvent générer. Cela dit, dans une optique de complétude, les municipalités peuvent tout de même estimer, à l'aide de données nationales ou provinciales, les émissions de GES des secteurs pour lesquels elles ont peu ou pas de compétences. Il en résultera un inventaire qui aura la capacité de capter les variations d'émissions de GES dans les secteurs pertinents pour les petites et moyennes municipalités, tout en gardant des estimations des émissions de GES pour les secteurs hors de leur contrôle.

RÉFÉRENCES

- AECOM. (2014). *Plan d'action pour la réduction des émissions des gaz à effet de serre de la Ville de Saint-Lambert*. <https://saint-lambert2035.ca/wp-content/uploads/2018/11/plan-d-action-ges-st-lambert.pdf>
- Angers, V.-L. (2020). *Inventaire des émissions de GES de la MRC de Vaudreuil-Soulanges*. https://mrcvs.ca/wp-content/uploads/2020/06/MRCVaudreuil-Soulanges_inventaireGES_2016_v2.finale-2020.pdf
- Arioli, M. S., D'Agosto, M. de A., Amaral, F. G. et Cybis, H. B. B. (2020). The evolution of city-scale GHG emissions inventory methods: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106316>
- Beaudoin, G. A. (2006). Répartition des pouvoirs. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/partage-des-pouvoirs>
- Boutin, S. et Tacquet, L. (2018). *Inventaires 2017 des émissions de gaz à effet de serre de l'arrondissement de Saint-Laurent*. http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/files/2013/09/Rapport-Inventaire-GES-2017_Final_.pdf
- Carbon disclosure projet (CDP). (2012). *Measurement for management: Carbon disclosure project cities 2012 global report*. <https://www.c40.org/researches/cdp-c40-2012-global-report>
- Carbone Disclosure Project (CDP) et Local Governments for Sustainability (ICLEI). (2019). *2019 City-wide emissions*. <https://data.cdp.net/Emissions/2019-City-wide-Emissions/542d-zyj8/data>
- Chenail, A. (2018). *Surveillance des progrès et présentation des résultats des inventaires d'émissions de GES pour 2017*. https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/arrond_sla_fr/media/documents/inventaire_2017_ges.pdf
- CIMA et ZERO CO₂. (2012). *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre du programme Climat municipalités: municipalité de Lac-Simon*. http://www.apls.ca/wp-content/uploads/2014/09/Lac-Simon_InventairePCM_final1.pdf
- CIMA et ZERO CO₂. (2013). *Plan d'action visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre du programme Climat municipalités : plan d'action 2013-2017, Ville de Granby*. <https://granby.ca/documents/44311/108965/Plan+d%E2%80%99action+-+R%C3%A9duction+des+%C3%A9missions+de+gaz+%C3%A0+effet+de+serre+%28PDF%29.pdf/a21f3822-e6b4-bd11-73a9-59e5a5ac7271>
- Commission de protection du territoire agricole (CPTAQ). (s. d.). Le zonage agricole a 40 ans. <http://www.cptaq.gouv.qc.ca/index.php?id=28>
- Commission municipale du Québec. (2019). *Portrait des municipalités de moins de 100 000 habitants*. https://www.cmq.gouv.qc.ca/contentFiles/files/Verif/A11423_CMQ_Q19-121_Portrait-des-municipalites_Accessible_EPF.pdf
- Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). (2020). *Le phénomène de l'urbanisation péri-métropolitaine en progression au pourtour du Grand Montréal*. http://observatoire.cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/documents/2020_01_Note_observatoire.pdf
- Développement Vaudreuil-Soulanges (DEV). (2019). *Plan d'action régional de réduction des émissions de gaz à effet de serre 2020-2026*. https://mrcvs.ca/wp-content/uploads/2019/11/Plan-action-r%C3%A9duction-des-GES_MRC-V-S_2019-10-30-1.pdf
- Duplessis, J. (2013). *Plan de réduction des émissions de GES corporatives 2013-2020, Ville de Montréal*. https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PLAN_CORPORATIF_2013-2020_VF.PDF
- Eckert, S., Giger, M. et Messerli, P. (2016). Contextualizing local-scale point sample data using global-scale spatial datasets: Lessons learnt from the analysis of large-scale land acquisitions. *Applied Geography*, 68, 84-94.

- Enviro-access. (2013a). *Plan d'action visant la réduction des émissions de GES : Ville de Baie-Saint-Paul*. http://www.baiesaintpaul.com/public_upload/files/ville/developpement-durable/plan-d-action-GES-Baie-Saint-Paul.pdf?v=68591
- Enviro-access. (2013b). *Plan d'action visant la réduction des émissions de GES : Ville de Saint-Basile-le-Grand*. https://www.ville.saint-basile-le-grand.qc.ca/wp-content/uploads/2017/02/OP-PPA-EX_plan-action-2012-2017-reduction-emissions-gaz-effet-serre.pdf
- Enviro-access. (2014). *Plan d'action visant la réduction des émissions de GES : Ville de Causapsca*. http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/files/2013/09/Plan-action-GES-Causapsca_v.finale.pdf
- Environnement et Changement climatique Canada. (2020a). *Rapport d'inventaire national 1990-2018: sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, partie 1*. http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-1-fra.pdf
- Environnement et Changement climatique Canada. (2020b). *Rapport d'inventaire national 1990-2018: sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, partie 2*. http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-2-fra.pdf
- Erickson, P. et Morgenstern, T. (2016). Fixing Greenhouse Gas Accounting at the City Scale. *Carbon Management*, 7(5/6), 313-316.
- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (2016). Une approche passive du traitement des eaux usées permet de réduire les coûts et les émissions de GES. <https://fcm.ca/fr/programmes/fonds-municipal-vert/recueil/approche-passive-traitement-eaux-usees-reduire-couts-reduire-GES>
- GHG Protocol Initiative. (s. d.). *GHG protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*. <https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/ghg-uncertainty.pdf>
- Gouvernement du Québec. (2002). *Politique nationale de l'eau*. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/politique/politique-integral.pdf>
- Gouvernement du Québec. (2020). *Plan pour une économie verte 2030*. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-economie-verte-2030.pdf?1605540555>
- Grenier, F. (2020, 14 janvier). Étalement urbain : une prophétie auto-réalisée. *Le magazine 100°*. <https://centdegres.ca/magazine/amenagement/etalement-urbain-une-prophetie-auto-realisee/>
- Institut de la statistique du Québec. (2020). *La population des régions administratives des MRC et des municipalités du Québec en 2019*. https://bdso.gouv.qc.ca/docs-ken/multimedia/PB01600FR_coup_doeil_2020M02F00.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (s. d.). Emission factor database. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>
- Kent Group Ltd. (s. d.). Petroleum volume data. <https://www.kentgroup ltd.com/data/petroleum-volume-data/>
- Lafond, N. et Chan, C. (2014). *Plan d'action pour la réduction des émissions des gaz à effet de serre de la Ville de Saint-Lambert*. <https://saint-lambert2035.ca/wp-content/uploads/2018/11/plan-d-action-ges-st-lambert.pdf>
- Larousse, É. (s. d.). Définitions : degré-jour. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/degre%C3%A9-jour/22912>
- Local Governments for Sustainability (ICLEI). (2009). *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP)*. https://carbons.org/fileadmin/user_upload/carbons/Standards/IEAP_October2010_color.pdf

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). (2020). *Réduction des émissions de gaz à effet de serre*.
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Agroenvironnement/changementsclimatiques/Pages/ReductiondesGES.aspx>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.a). *Le marché du carbone, un outil pour la croissance économique verte*.
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/marche-carbone.asp>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.b). *Programme Climat municipalités : phase 2*.
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/index.htm>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018). *Profil des émissions de gaz à effet de serre des organismes municipaux du Québec : moyennes basées sur les résultats des municipalités participant au programme Climat municipalités (2009-2013)*.
<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/3489073>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019). *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre*.
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/guide-quantification/guide-quantification-ges.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2018 et leur évolution depuis 1990*.
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2018/inventaire1990-2018.pdf>
- Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir (MAMSL). (2004). *Guide de bonnes pratiques: la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'aménagement du territoire*.
https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/documentation/guide_reduction_gaz.pdf
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). (s. d.a). *Approvisionnement en eau potable et traitement des eaux usées*. <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/intervention/approvisionnement-en-eau-potable-et-traitement-des-eaux-usees/>
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). (s. d.b). *Contrôle des activités en zone agricole*. <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/reglementation/controle-des-activites-en-zone-agricole/>
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). (s. d.c). *Gestion des matières résiduelles*.
<https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/protection-de-l'environnement/gestion-des-matieres-residuelles/>
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). (s. d.d). *Programme particulier d'urbanisme*.
<https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/planification/programme-particulier-durbanisme/>
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). (s. d.e). *Règlement de construction*.
<https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/reglementation/reglement-de-construction/>
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). (s. d.f). *Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble*. <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/reglementation/reglement-sur-les-plans-damenagement-densemble/>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2019). *Rôle du secteur forestier dans l'atténuation des changements climatiques*. <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/carrefour-forets/programme/role-secteur-forestier-attenuation-changements-climatiques/>

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2015). *Vers une gestion optimale des fosses septiques au Québec : état de la situation sur la gestion des boues de fosses septiques*. http://www.environnement.gouv.qc.ca/Eau/eaux-usees/residences_isolees/gestion-optimale-fosses-septiques.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2019). *Suivi d'exploitation des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées (OMAEU)*. http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/programme_suivi_omae.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2009). Programme Climat municipalité : *guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/guide-inventaire-GES.pdf>
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2011). *Programme Climat municipalités*. <http://numerique.banq.qc.ca/>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2013). *Le Québec en action vert 2020 : Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*. Ministère du développement durable, environnement et parcs. <https://www.deslibris.ca/ID/237179>
- MRC de Drummond. (s. d.). Plan de développement de la zone agricole (PDZA). <https://www.mrcdrummond.qc.ca/plan-de-developpement-de-la-zone-agricole-pdza/>
- MRC de Joliette. (2019). La MRC dépose un mémoire avant-gardiste : plan d'électrification et de changements climatiques. <https://mrcjoliette.qc.ca/la-mrc-depose-un-memoire-avant-gardiste/>
- Municipalité de Carleton-sur-Mer, Municipalité de Maria, Municipalité de New Richmond et Municipalité de Bonaventure. (2020). Gouvernance participative et résilience face aux changements climatiques dans la Baie-des-Chaleurs. <https://adaptationcotierebdc.com/le-projet/>
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2006). *Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre*. Norme internationale ISO 14064-1
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2018). *Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre*. Norme internationale ISO 14064-1.
- Organisme de bassin versant de la Yamaska. (2015). *Plan directeur de l'eau*. https://www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/pluginfile.php/1962761/mod_resource/content/1/OBVYamaska_PDEfinal.pdf
- Pedinotti-Castelle, M., Pineau, P.-O. et Amor, B. (2020). *Décarbonisation du transport routier des marchandises au Québec : scénarios de réduction des émissions de GES et électrification* (Rapport d'étude n° 04/2020). Chaire de gestion du secteur de l'énergie. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2020/09/Rapport-d%C3%A9tude_2020-4_Pedinotti-Castelle.pdf
- Pineau, P.-O. (2016). *Le transport et la réduction des émissions de GES : pour atteindre les cibles, il faut une révolution de nos habitudes*. <https://aqtr.com/association/actualites/transport-reduction-emissions-ges-atteindre-cibles-il-faut-revolution-nos-habitudes>
- Pineau, P.-O., Gauthier, P., Whitmore, J., Normandin, D., Beaudoin, L. et Beaulieu, J. (2019). *Portrait et pistes de réduction des émissions industrielles de gaz à effet de serre au Québec : volet 1 - Projet de recherche sur le potentiel de l'économie circulaire sur la réduction de gaz à effet de serre des émetteurs industriels québécois* (Rapport de projet de recherche n° 978-2-9815589-2-3). Chaire de gestion du secteur de l'énergie. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2019/09/GESIndQc2019-Volet1_Web.pdf

- Primeau, M. (2019, 18 septembre). Réduction des GES industriels au Québec : des régimes sur mesure pour l'industrie. *Un Point Cinq*. <https://unpointcinq.ca/economie/reduction-ges-industriels-quebec/>
- Recyc-Québec. (s. d.). Bilan net d'émissions de gaz à effet de serre. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/matieres-organiques/recyclage-residus-verts-alimentaires/implanter-optimiser-collecte/bilan-emissions-ges>
- Recyc-Québec. (2020). Révision des plans de gestion des matières résiduelles (PGMR) : guide d'accompagnement à l'intention des organismes municipaux - version 2. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/guide-accompagnement-revision-pgmr.pdf>
- Regroupement des organismes de bassin versant du Québec (ROBVQ). (s. d.). Les organismes de bassins versants du Québec. <https://robvq.qc.ca/obv-du-quebec/>
- Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec (RNCREQ). (2009). *Le programme Climat Municipalités*. <http://www.rncreq.org/documents/GuideduProgrammeClimatmunicipalitespourlesCRE.pdf>
- Ressources naturelles Canada. (s. d.). Base de données complète sur la consommation d'énergie. https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/tableaux_complets/liste.cfm
- Ressources naturelles Canada. (2017). *Améliorer le rendement énergétique au Canada*. <https://oee.nrcan.gc.ca/publications/statistiques/parlement/2015-2016/pdf/parlement15-16.pdf>
- Ressources naturelles Canada. (2020a). Indicateur : émissions et absorptions de carbone. <https://www.nrcan.gc.ca/nos-ressources-naturelles/forets-foresterie/letat-des-forets-au-canada-rappo/comment-les-perturbations-faconn/indicateur-emissions-absorptions-carbone/16553>
- Ressources naturelles Canada. (2020b). Secteur résidentiel Québec : consommation d'énergie secondaire et émissions de GES par source d'énergie. <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=res&juris=qc&rn=1&page=0>
- Stockholm Environment Institute (SEI). (2019). *Estimating consumption-based greenhouse gas emissions at the city scale: A guide for local governments*. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/03/estimating-consumption-based-greenhouse-gas-emissions.pdf>
- Sustainability Solution Group (SSG). (2018). *City of Kingston: 2017 Community greenhouse gas inventory*. <https://www.cityofkingston.ca/documents/10180/2304312/Community+GHG+Emissions+Inventory+2017/b66066a8-1d87-43d9-8eee-cb5068a4ad79>
- United States Environmental Protection Agency EPA. (s. d.). Clean air technology center products. <https://www.epa.gov/catc/clean-air-technology-center-products>
- Whitmore, J. et Pineau, P.-O. (2020). *État de l'énergie au Québec 2020*. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2020/03/EEQ2020_WEB.pdf
- Wilmsen, F. et Gesing, F. (2016). The global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories (GPC): A new passage point on an old road? https://www.researchgate.net/publication/323357592_The_Global_Protocol_for_Community-Scale_Greenhouse_Gas_Emission_Inventories_GPC_-_A_New_Passage_Point_on_an_Old_Road
- World Resources Institute (WRI), Cities Climate Leadership Group (C40), et Local Governments for Sustainability (ICLEI). (2014). *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories (GPC)*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC_0.pdf

ANNEXE 1 – Consommation d'énergie par source d'énergie pour le secteur résidentiel du Québec
(tiré de : ressources naturelles Canada, 2020b)

	2015	2016	2017
Consommation totale d'énergie (PJ)	369.7	365.3	362.5
<i>Consommation d'énergie par source d'énergie (PJ)</i>			
Électricité	242.9	236.1	239.8
Gaz naturel	26.3	25.8	24.9
Mazout de chauffage	19.7	21.7	15.3
Autres	1.6	1.7	1.6
Bois de chauffage	79.2	80.1	81.0
<i>Part (%)</i>			
Électricité	65.7	64.6	66.1
Gaz naturel	7.1	7.1	6.9
Mazout de chauffage	5.3	6.0	4.2
Autres ²	0.4	0.5	0.4
Bois de chauffage	21.4	21.9	22.3
Activité			
Surface de plancher totale (millions de mètres carrés)	448.0	454.3	466.8
Nombre total de ménages (milliers)	3 547.0	3 580.0	3 616.0
Intensité énergétique (Gigajoule/mètre carré)	0.83	0.80	0.78
Intensité énergétique (Gigajoule/mètre carré)	104.2	102.0	100.3