

COMPARAISON ET ÉVOLUTION DES PROTOCOLES D'INVENTAIRE DE GAZ À EFFET DE  
SERRE POUR LES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES : IMPACT SUR LA PORTÉE DES  
ÉMISSIONS QUANTIFIÉES ET SUR LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES D'ATTÉNUATION

Par  
Félix Cadotte

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

Juin 2020

## SOMMAIRE

Mots clés : gaz à effet de serre, changements climatiques, municipalités québécoises, *Global Protocol for Community*, programme Climat municipalités, Partenaires dans la protection du climat, protocole, inventaire de gaz à effet de serre, méthodologie

L'objectif de cet essai est de proposer aux municipalités québécoises et aux quantificateurs des pistes de réflexion et des améliorations pour la réalisation des inventaires des émissions de gaz à effet de serre et l'élaboration des plans d'atténuation locaux.

La réalisation d'un inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'une municipalité est la première étape du processus menant à l'élaboration de mesures d'atténuation des émissions. Depuis le début des années 2010, un nombre croissant de municipalités québécoises réalisent l'exercice pour une première fois. Certaines municipalités ont même intégré cet exercice au sein de leurs activités et effectuent maintenant des mises à jour régulières. Or, l'approche et les méthodes de calcul des émissions de gaz à effet de serre n'ont pas encore atteint leur maturité et sont en constante évolution. Les techniques et les technologiques évoluent, les lignes directrices changent et s'adaptent selon la science, les protocoles se multiplient et les programmes d'aide se créent et s'éteignent. Face à un contexte changeant, les municipalités québécoises doivent continuer à déployer des efforts pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, mais elles doivent aussi comprendre les différents enjeux et l'impact des choix qu'elles devront continuer à faire.

L'analyse des programmes d'assistance à la lutte aux changements climatiques offerts aux municipalités québécoises démontre que deux programmes soutiennent le déploiement des inventaires de gaz à effet de serre et des plans d'atténuation. La première phase du programme de financement provincial Climat municipalités a beaucoup contribué à la démocratisation de la quantification des émissions de gaz à effet de serre au sein des municipalités. À l'échelle nationale, le programme Partenaires dans la protection du climat joue aussi un rôle important en ce sens. Aussi, le choix du protocole d'inventaire et des méthodes de calcul des émissions influence le résultat de la quantification et la mise en œuvre des mesures d'atténuation.

Par conséquent, l'essai recommande aux municipalités de considérer prioritairement l'adhésion au programme Partenaires dans la protection du climat et l'utilisation du protocole *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories*. Il invite aussi les municipalités à faire des choix de méthodes de calcul des émissions stratégiques et prioriser les améliorations méthodologiques qu'elles souhaitent développer au fil des inventaires. L'essai conclut en invitant de futurs étudiants à se questionner sur les outils pouvant faciliter l'emploi de méthodes de calcul à potentiel d'exactitude plus élevée par un plus grand nombre de municipalités québécoises.

## REMERCIEMENTS

Dans un premier temps, j'aimerais adresser mes remerciements à mon directeur d'essai, François Lafortune, qui a su guider mes réflexions et m'apporter de précieux conseils tout au long de la rédaction. Merci pour ta confiance, tes critiques toujours justes et constructives ainsi que ton engouement à chacun de nos appels. Surtout, merci d'avoir éveillé mon intérêt pour la quantification des émissions de gaz à effet de serre durant ton cours et d'avoir accepté de m'accompagner durant la plus importante période de ma maîtrise.

Je souhaite remercier les spécialistes que j'ai contactés et qui ont pris le temps nécessaire pour répondre à mes questions : Charles Leclerc de Réseau Environnement, Colin Jacob-Vaillancourt du Centre de transfert technologique en écologie industrielle et Jonathan Drouin de la Ville de Sherbrooke. Sans votre implication et les informations que vous m'avez partagées, plusieurs questions seraient restées sans réponse et ma compréhension des différents enjeux du domaine n'aurait pas été la même.

J'aimerais remercier tous mes proches qui m'ont permis d'être là où je suis rendu maintenant. Merci à mes parents pour m'avoir appuyé et conseillé dans chacune de mes décisions durant mon parcours universitaire. Vous avez toujours su m'encourager dans ce que j'entreprends. À ma copine, merci pour ton amour, ta patience durant ces longs mois, ton écoute et ton réconfort dans les moments plus difficiles.

À mes correctrices, Laurence, Audrey, Stéphanie et Chloé, merci d'avoir pris le temps de me relire. Vos recommandations et vos multiples corrections ont été d'une aide précieuse.

Enfin, un merci tout spécial à deux enseignants de mon baccalauréat. Alain Grenier et Ari Virtanen, participer à votre cours fut l'un des moments décisifs de mon cheminement académique. Il a su me préparer adéquatement aux études de deuxième cycle et valider mon intérêt pour le développement durable.

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1. PROGRAMMES D'ASSISTANCE AUX MUNICIPALITÉS DANS LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....	4
1.1 Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012 .....	4
1.2 Présentation du programme Climat municipalités — Phase 1.....	7
1.3 Présentation du programme Partenaires dans la protection du climat .....	9
1.4 Comparaison des programmes CM1 et PPC.....	11
1.4.1 Similitudes et différences de l'étape d'inventaire des émissions de GES .....	12
1.4.2 Similitudes et différences de l'étape du plan d'atténuation local des émissions de GES.....	14
1.5 Évolution des PACC et de leurs priorités .....	15
1.5.1 Complémentarité des programmes d'assistance CM1 et CM2.....	16
2. PROTOCOLE D'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE GES POUR UNE MUNICIPALITÉ .....	19
2.1 Présentation des protocoles d'inventaire reconnus au moment de CM1 .....	20
2.2 Périmètre des inventaires de GES.....	22
2.2.1 Périmètre de déclaration .....	22
2.3 Sources et puits de GES d'une municipalité.....	26
2.3.1 Comparaison des sources et puits de GES selon CM1 et PPC .....	26
2.4 Les types d'incertitudes .....	27
2.5 Gestion de la qualité des données de l'inventaire .....	28
2.6 Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories .....	29
2.6.1 Comparaison des sources et des catégories d'émissions couvertes par le GPC, CM1 et PPC.....	31
2.6.2 Facteurs favorisant l'adoption du GPC .....	44
2.6.3 Facteurs limitant l'adoption du GPC .....	44
3. ANALYSE DES MÉTHODES DE CALCUL ET DES BONNES PRATIQUES .....	47

3.1	Émissions du secteur commercial, institutionnel et industriel .....	49
3.1.1	Méthodes de calcul des émissions reliées à la combustion des carburants.....	51
3.1.2	Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises.....	54
3.1.3	Tremplin vers un inventaire BASIC+.....	57
3.2	Émissions du secteur des transports.....	58
3.2.1	Méthodes de calcul des émissions du transport routier .....	60
3.2.2	Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises.....	65
3.3	Émissions du secteur procédés industriels et utilisation de produits .....	68
3.3.1	Méthodes de calcul des émissions de catégorie 1 des procédés industriels.....	69
3.3.2	Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises.....	71
3.3.3	Méthodes de calcul des émissions de catégorie 1 pour l'utilisation de produits .....	71
3.4	Émissions du secteur agriculture, foresterie et autres utilisations des terres .....	71
3.4.1	Méthodes de calcul des émissions de catégorie 1 pour la production animale.....	73
3.4.2	Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises.....	73
4.	EXEMPLE D'UN ORGANISME EN TRANSITION DE PROTOCOLE D'INVENTAIRE :	
	LE CAS DE LA VILLE DE SHERBROOKE .....	75
4.1	Évolution de la quantification des GES par la Ville de Sherbrooke.....	76
4.2	Portrait global du plan d'atténuation local des émissions de GES 2010 — 2015.....	76
4.2.1	Objectif de réduction .....	77
4.2.2	Orientation stratégique des réductions .....	77
4.2.3	Synthèse des actions de la collectivité provenant des secteurs des matières résiduelles et du transport.....	78
4.3	Portrait global de la mise à jour 2016 de l'inventaire.....	83
4.3.1	Les émissions directes du secteur commercial, institutionnel et industriel .....	84
4.3.2	Les émissions directes du secteur des transports.....	85
4.3.3	Les émissions directes du secteur de l'agriculture .....	85
4.3.4	Constat général.....	86
5.	LIMITES ET RECOMMANDATIONS .....	88

5.1	Adhérer au programme Partenaires dans la protection du climat? .....	88
5.2	Réaliser un inventaire qui se base sur le protocole GPC?.....	88
5.3	Prioriser les améliorations des méthodes de calcul et penser de façon stratégique .....	90
CONCLUSION .....		92
RÉFÉRENCES.....		94
ANNEXE 1 – Liste des projets sélectionnés pour les volets 1 et 2 dans le cadre de CM2 .....		100
ANNEXE 2 – Tableau comparatif des émissions de GES d’une administration municipale .....		101
ANNEXE 3 – Tableau comparatif des émissions de GES de la collectivité selon quatre protocoles.....		102
ANNEXE 4 – Tableau comparatif des protocoles d’inventaire GES des municipalités .....		103
ANNEXE 5 – Exigences du PPC en matière de déclaration des inventaires municipaux et collectif .....		104
ANNEXE 6 – ASIF framework .....		107
ANNEXE 7 – Résultats par mode de transport pour la CMM en fonction de la méthode retenue et de la méthode de validation pour l’inventaire 2006 .....		108
ANNEXE 8 – Liste des véhicules-kilomètres parcourues et leur efficacité de carburant par catégorie .....		109
ANNEXE 9 – Liste des méthodes de calcul des émissions reliées à la production de métaux .....		110
ANNEXE 10 – Facteurs d’émissions des GES par unité pour les catégories de terres .....		111
ANNEXE 11 – Intégration de la valeur actuelle nette et du taux d’actualisation dans le plan d’atténuation.....		112
ANNEXE 12 – Exemple de données sur la consommation d’énergie par secteur d’activité .....		115

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 2.1	Pyramide des liens entre les ressources en matière de protocoles pour PPC.....	21
Figure 2.2	Sources et limites des émissions de GES d'une municipalité .....	23
Figure 2.3	Évolution de la ventilation du principe de la catégorie 3 entre la norme ISO 2006 et 2018 .....	24
Figure 2.4	Types d'incertitudes associées à l'inventaire de GES.....	28
Figure 2.5	Ampleur et dispersion géographique des municipalités utilisant le protocole GPC pour la réalisation de leur inventaire en 2017 .....	30
Figure 2.6	Légende du tableau 2.3 .....	32
Figure 3.1	Visualisation des émissions de GES reliées aux bâtiments selon la plateforme EIE pour le territoire de Laval.....	56
Figure 3.2	Couverture des émissions de GES du transport sur route selon la méthode de calcul employée.....	62
Figure 3.3	Représentation visuelle des émissions de GES reliées au transport par catégorie selon la plateforme EIE pour le territoire de Laval .....	67
Tableau 1.1	Actions de réduction ou d'évitement du PACC 2006-2012 .....	5
Tableau 1.2	Caractéristiques du programme de financement Climat municipalités — Phase 1 .....	8
Tableau 1.3	Caractéristiques du programme Partenaires dans la protection du climat .....	10
Tableau 1.4	Modification de l'inventaire des émissions de GES du programme CM1 pour répondre aux exigences du programme PPC .....	13
Tableau 2.1	Liste des protocoles internationaux d'inventaire des émissions de GES des municipalités.....	20
Tableau 2.2	Comparaison de la portée des émissions de GES quantifiées selon les protocoles d'inventaire de GES des municipalités.....	22
Tableau 2.3	Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC.....	33
Tableau 3.1	Catégorisation des émissions du secteur commercial, institutionnel et industriel selon le GPC.....	49
Tableau 3.2	Nombre d'unités de chauffage, estimation de la superficie chauffée et intensité énergétique du mazout pour le district de Saanich .....	53
Tableau 3.3	Sources de données pour la quantification des émissions de GES de catégorie 1 du secteur commercial, institutionnel et industriel .....	55
Tableau 3.4	Catégorisation des émissions du secteur des transports routiers selon le GPC .....	59

Tableau 3.5 Avantages et inconvénients des méthodes de quantification des émissions du transport routier au Québec.....	64
Tableau 3.6 Sources de données pour la quantification des émissions de GES reliées au sous-secteur du transport routier .....	65
Tableau 3.7 Catégorisation des émissions du secteur PIUP selon le GPC.....	68
Tableau 3.8 Catégorisation des émissions du sous-secteur de la production animale selon le GPC.....	72
Tableau 4.1 Synthèse des actions de la collectivité du secteur des matières résiduelles et du secteur du transport de la Ville de Sherbrooke .....	78
Tableau 4.2 Sommaire des émissions de GES de la collectivité de Sherbrooke en 2016 .....	84
Tableau 4.3 Émissions totales par source en 2009, 2012 et 2016 de la Ville de Sherbrooke.....	86



## LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

AFAT	Agriculture, foresterie et autres utilisations des terres
AM	Administration municipale
BM	Banque Mondiale
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CDP	<i>Carbon disclosure project</i>
CH <sub>4</sub>	Méthane
CM1	Climat municipalités – Phase 1
CM2	Climat municipalités – Phase 2
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone ou gaz carbonique
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
Éq	Équivalent
FCM	Fédération canadienne des municipalités
FMV	Fonds municipal vert
GES	Gaz à effet de serre
GHGP	<i>GHG protocol: A corporate accounting and reporting standard</i>
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GJ	Gigajoule
GPC	<i>Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories</i>
IC	Institutionnel et commercial
ICI	Institutionnel, commercial et industriel
ICLEI	Conseil international pour les initiatives écologiques locales
IEAP	<i>International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol</i>
ISO	Organisation internationale de normalisation
KPV	Kilomètres parcourus par les véhicules
kg	Kilogramme
kt	Kilotonne
m <sup>2</sup>	Mètre carré
M\$	Millions de dollars
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MR	Matière résiduelle
Mt	Mégatonne
N <sub>2</sub> O	Protoxyde d'azote ou oxyde nitreux
ONU-Habitat	Programme des Nations Unies pour les établissements humains
PACC	Plan d'action sur les changements climatiques
pi <sup>2</sup>	Pied carré
PIUP	Procédés industriels et utilisation des produits
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PPC	Partenaires dans la protection du climat
PRG	Potentiel de réchauffement global
RNC	Ressources naturelles Canada
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
t	Tonne
UMQ	Union des municipalités du Québec
WBCSD	<i>World Business Council For Sustainable Development</i>
WRI	<i>World Resource Institute</i>

## LEXIQUE

Donnée d'activité	« Une mesure quantitative d'un niveau d'activité qui entraîne des émissions de gaz à effet de serre (GES). Les données d'activité sont multipliées par un facteur d'émission pour calculer les émissions de GES associées à un processus ou une opération » (traduction libre de WRI et al., 2014).
Facteur d'émission	« Un facteur qui convertit les données d'activité en données d'émissions de GES (par exemple, kg de CO <sub>2</sub> éq. émis par litre de carburant consommé, kg de CO <sub>2</sub> éq. émis par kilomètre parcouru, etc.) » (traduction libre de WRI et al., 2014).
GES	Les GES incluent les gaz atmosphériques suivants : CO <sub>2</sub> (dioxyde de carbone), CH <sub>4</sub> (méthane), N <sub>2</sub> O (oxyde nitreux), SF <sub>6</sub> (hexafluorure de soufre), PFC (polyfluorocarbures) et HFC (hydrofluorocarbures) (MDDEP, 2011).
Incertitude	« Paramètre associé au résultat d'une quantification qui caractérise la dispersion des valeurs pouvant être raisonnablement imputée à la grandeur quantifiée » (ISO, 2018).
Inventaire	« Document faisant le bilan des sources d'émissions de GES classées selon les secteurs d'activités propres à l'administration municipale et certains secteurs d'activités touchant l'ensemble de la collectivité et sur lesquels la municipalité exerce un pouvoir décisionnel » (MDDEP, 2011).
Kilomètres parcourus par les véhicules (KPV)	Représente la distance parcourue par chaque type de véhicule annuellement (Statistique Canada, 2010).
Municipalité	Dans le cadre de l'essai, le terme municipalité est employé pour représenter les municipalités locales, les regroupements de municipalités locales, les municipalités régionales de comté (MRC), les régies intermunicipales et les conseils d'agglomération (MDDEP, 2011).
Périmètre de déclaration	« Regroupement des émissions [...] ou des suppressions de GES [...] déclarées dans le périmètre organisationnel [...], ainsi que des émissions indirectes significatives qui découlent des opérations et activités de l'organisme » (ISO, 2018).
Périmètre organisationnel	« Regroupement d'activités ou d'installations dans lequel un organisme [...] exerce un contrôle opérationnel ou financier ou possède une part du capital » (ISO, 2018).

Plan d'atténuation	« Document dressant la liste des actions élaborées en fonction des sources d'émissions de GES indiquées dans l'inventaire et qui visent la réduction de ces émissions selon un objectif précis » (MDDEP, 2011).
Potentiel de réchauffement global	« Un facteur décrivant l'impact du forçage radiatif (degré de dommage à l'atmosphère) d'une unité d'un GES donné par rapport à une unité de CO <sub>2</sub> » (WRI et al., 2014).
Réduction des émissions de GES	« Résultat du calcul de la différence entre les émissions de GES déclarées dans un scénario de référence et les émissions attendues ou obtenues après la mise en œuvre d'un projet ou d'une mesure visant leur réduction » (MELCC, 2019a).
Statu quo	Absence d'intervention municipale pour réduire les émissions de GES (FCM et ICLEI Canada, s. d.a).
Valeur actuelle nette	« Flux de trésorerie représentant l'enrichissement supplémentaire par rapport au coût d'investissement d'un projet relativement à un taux de remise standard. Un projet démontrant une valeur actuelle nette positive indique que le projet entraînera un bénéfice à l'investisseur sur la période prise en compte » (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012).

## INTRODUCTION

En 2007, le 4<sup>e</sup> rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) émettait la prévision d'une hausse de température moyenne entre 1,8 et 4 degrés en 2100 par rapport à 1990 (Seghier, 2007, 19 novembre). Ayant ratifié le traité du protocole de Kyoto, le Canada avait pris des engagements de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES) lors de la première phase du protocole. Toutefois, se voyant loin de rencontrer les engagements pris lors de la première phase, le Canada a préféré se retirer du protocole de Kyoto en décembre 2011, plutôt que de s'engager à atteindre les objectifs de réduction de la deuxième phase de 2013 à 2017 (Croteau, 2011). Durant ce temps, le Québec mettait en œuvre son plan d'action sur les changements climatiques (PACC) 2006-2012. Celui-ci visait à favoriser « la réduction ou l'évitement des émissions de GES et l'adaptation aux changements climatiques » (Gouvernement du Québec, 2008). À terme, le plan devait se traduire par une baisse de 6 % des émissions par rapport à 1990 (Gouvernement du Québec, 2008).

Parallèlement au développement du plan d'action provincial de 2006 et à la position gouvernementale changeante sur les enjeux climatiques, les municipalités ont tenté d'établir leur propre plan d'atténuation à long terme. Pour la plupart, elles ont pu bénéficier d'un programme d'assistance gouvernemental pour la réalisation d'un inventaire de GES et l'élaboration d'un plan d'atténuation des émissions. Elles ont ainsi quantifié leurs émissions en se basant sur l'un des multiples protocoles internationaux. Chaque municipalité avait des ressources limitées et la mise en œuvre des mesures de réduction était influencée par les sources de financement disponibles. Considérant cela, plusieurs contraintes semblent avoir nui à la réalisation des inventaires des émissions de GES, dont la méthodologie serait durable. D'autres éléments semblent aussi avoir nui à l'atteinte d'objectifs de réduction significative d'émissions de la part des municipalités québécoises.

En 2020, plusieurs plans d'atténuation locaux ont atteint leur échéance ou l'atteindront bientôt. Certains plans d'atténuation ont permis aux municipalités d'atteindre leur objectif de réduction, d'autres non. Cependant, pour la majorité des municipalités, l'objectif de réduction était peu ambitieux. À titre d'exemple, la Ville de Magog visait un total de réduction d'émissions de 2,24 % en 2016 par rapport aux émissions de 2008 dans son plan d'atténuation (Ville de Magog et Enviro-accès, 2012). Les objectifs peu ambitieux ne sont pas seulement attribuables aux municipalités, mais aussi à plusieurs autres problèmes à l'échelle provinciale. Avec le début des années 2020, de nouveaux plans d'atténuation améliorés devraient voir le jour sous peu.

À la lumière de ces constats, l'objectif général de cet essai est de proposer aux municipalités québécoises et aux quantificateurs des pistes de réflexions ainsi que des améliorations durant la réalisation des inventaires

des émissions de GES et l'élaboration des plans d'atténuation locaux. Pour y parvenir, l'essai souhaite d'abord répondre à son premier sous-objectif, lequel est de définir le contexte québécois entourant la réalisation des inventaires des émissions de GES et des plans d'atténuation locaux par les municipalités. Par son deuxième sous-objectif, l'essai souhaite favoriser l'adoption d'un protocole d'inventaire de GES d'actualité et plus performant sur lequel les municipalités québécoises pourront s'appuyer dans les prochaines années. Le troisième sous-objectif vise à opérationnaliser la réalisation d'un inventaire conforme aux exigences du nouveau protocole. Enfin, pour répondre au quatrième sous-objectif, l'essai souhaite formuler des recommandations pour le compte des municipalités québécoises et des quantificateurs consultants.

Les sources employées dans cet essai proviennent d'organisations crédibles. Les documents officiels du gouvernement du Québec et de ses ministères, particulièrement ceux du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ont permis l'obtention des informations concernant le contexte québécois entourant les programmes de réduction des émissions de GES des municipalités. Les inventaires officiels de plusieurs municipalités, comme ceux de Magog, Sherbrooke, Montréal et du district de Saanich, dans la région de Victoria en Colombie-Britannique, ont permis de supporter l'argumentaire en plus d'offrir des pistes d'analyse diversifiées. Le département d'environnement de la Ville de Sherbrooke a été contacté directement afin d'obtenir les informations manquantes. Les inventaires analysés ont été réalisés dans le cadre d'un des programmes mentionnés dans l'essai pour assurer leur pertinence, sauf pour le cas du district de Saanich. Plusieurs essais de maîtrises, dont ceux de Poluga (2011) et Gaudette-Boisvert (2012), ont aussi permis de comprendre l'évolution des enjeux liés aux méthodes de calcul des émissions pour le secteur du transport. Les documents et rapports officiels ont été consultés de manière prioritaire. L'une des sources les plus importantes de l'essai a été le *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories* (GPC) produit par *World Resources Institute* (WRI), *Cities Climate Leadership Group* (C40) et le Conseil international pour les initiatives écologiques locales (ICLEI). Lorsque les documents accessibles publiquement se sont avérés insuffisants pour développer un argumentaire adéquat, des personnes-ressources ont été contactées. Ainsi, l'essai a pu compter sur l'expertise et les informations provenant de professionnels du domaine.

Dans le premier chapitre, l'essai décrit le contexte ayant mené à la réalisation des inventaires par les municipalités québécoises et explique les différents programmes de réduction des émissions de GES auxquels les municipalités ont eu accès. Ceci permet de comprendre les distinctions et les similitudes entre les programmes ciblés. Le deuxième chapitre identifie les principaux protocoles d'inventaire reconnus à l'international, ce qui permet de sélectionner le protocole le plus pertinent et de plus en plus employé à travers le monde. Les exigences de ce protocole ainsi que celles des programmes Climat municipalités –

Phase 1 (CM1) et Partenaires dans la protection du climat (PPC) sont ensuite comparées. À la fin du deuxième chapitre, un tableau synthèse comparatif représente le point tournant de l'essai et sert à cerner les sources d'émissions pour lesquelles une analyse approfondie de la méthode de calcul est nécessaire. Le troisième chapitre analyse les données d'activité nécessaires à la réalisation des calculs de quantification et les sources de données potentielles pour les municipalités québécoises, ce qui fait ressortir les avantages et désavantages de chacune des méthodes. Afin de sortir du cadre théorique, le quatrième chapitre analyse l'évolution des inventaires et la mise en œuvre du plan d'atténuation local de la Ville de Sherbrooke. Ce chapitre permet de porter un regard plus critique vis-à-vis des protocoles d'inventaire. Les étapes réalisées dans les chapitres 1 à 4 permettent de déterminer les limites d'application des protocoles et d'émettre trois recommandations pour le compte des municipalités qui désirent réaliser un premier inventaire ou mettre à jour un inventaire passé. Finalement, la conclusion résume les différentes étapes réalisées permettant l'atteinte de l'objectif général et ouvre la porte à une nouvelle piste de recherche.

## **1. PROGRAMMES D'ASSISTANCE AUX MUNICIPALITÉS DANS LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Nombreux sont les inventaires et plans de réduction des émissions de GES locaux réalisés à la fin des années 2000 et au début des années 2010 au Québec. Des sources de financement sont apparues pour inciter les municipalités à agir contre les changements climatiques. Plusieurs opportunités se sont alors présentées aux municipalités désirant diminuer leurs émissions de GES et participer à la lutte contre les changements climatiques.

Le présent chapitre offre une mise en contexte des mesures d'atténuation des changements climatiques à la portée des municipalités québécoises. Il permet d'abord d'identifier l'étendue des programmes qui étaient accessibles aux municipalités dans le cadre des PACC 2006-2012. Le chapitre se poursuit par la présentation des deux principaux programmes qui ont permis aux municipalités québécoises de réaliser des inventaires des émissions de GES et de mettre en œuvre des plans d'atténuation locaux visant à réduire ces émissions. Les programmes du gouvernement québécois et de la Fédération canadienne des municipalités (FCM) sont ensuite présentés de façon plus générale, puis les cadres normatifs et réglementaires des programmes PPC et CM1 sont comparés. Pour finir, le chapitre explique l'évolution entre le PACC 2006-2012 et le PACC 2013-2020 ainsi que la complémentarité des programmes CM1 et Climat municipalités – Phase 2 (CM2).

### **1.1 Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012**

Le PACC publié en 2006 recensait plus de 26 actions à mettre en œuvre pour lutter contre les changements climatiques par l'entremise et sous la responsabilité des différents ministères et organismes du gouvernement du Québec. Les actions étaient catégorisées de la manière suivante : les actions de réduction ou d'évitement, les actions de sensibilisation, les actions de recherche, les actions de développement et de déploiement des technologies et les actions d'adaptation. Le total des investissements prévus par le plan était de 1 580 millions de dollars (M\$). (Gouvernement du Québec, 2008)

Parmi ces 26 actions, une action provenant du PACC 2006-2012 ciblait directement la réduction des émissions de GES des municipalités et plusieurs actions ciblaient indirectement cet objectif. Le tableau 1.1 présente le budget, le potentiel de réduction des émissions en kilotonnes (kt) de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) équivalent (éq) ainsi que le responsable de l'octroi du financement pour l'ensemble des actions de réduction ou d'évitement du PACC 2006-2012. À la suite de la lecture du plan, les mesures 1, 5, 6 et 14 ont été identifiées comme les plus susceptibles d'influencer positivement le bilan de réduction de GES des municipalités.



**Tableau 1.1 Actions de réduction ou d'évitement du PACC 2006-2012** (tiré de : Gouvernement du Québec, 2008)

Action de réduction ou d'évitement		Budget (M\$)	Potentiel de réduction (kt CO <sub>2</sub> éq)
1	Mettre en place des programmes de financement visant l'efficacité énergétique pour les particuliers, les industries, les institutions, les commerces et les municipalités québécoises	207,0	185
2	Amender le Code de construction du Québec de façon à améliorer le rendement énergétique des nouveaux bâtiments et habitations construits au Québec	4,5	50
3	Utiliser les leviers d'intervention nécessaires afin que les manufacturiers de véhicules légers vendus au Québec respectent une norme d'émissions de GES à partir de 2010	—	1 700
4	Viser que les distributeurs d'essence fournissent 5 % d'éthanol dans l'ensemble de leurs ventes de carburant d'ici 2012	30,0	780
5	Soutenir les municipalités pour la réalisation d'inventaires municipaux des émissions de GES et de plans de lutte aux changements climatiques ainsi que pour l'adoption de règlements pour contrer la marche au ralenti des véhicules	16,2	460
6	Favoriser le développement et l'utilisation du transport collectif	731,8	100
7	Favoriser le développement et l'utilisation de modes de transport alternatifs	46,8	30
8	Favoriser l'implantation de projets intermodaux pour le transport des marchandises	60,0	80
9	Mettre sur pied un programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le transport des marchandises	46,4	1 050
10	Adopter une réglementation qui rendra obligatoire l'activation des limiteurs de vitesse sur tous les camions ainsi que le réglage de la vitesse maximale de ces véhicules à 105 km/h	—	330
11	Réduire les émissions de GES du secteur industriel québécois	7,0	940
12	Mettre en œuvre le <i>Règlement sur les halocarbures</i>	—	700
13	Mettre en œuvre le <i>Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles</i> (REIMR)	—	500
14	Soutenir financièrement le captage et le brûlage ou la valorisation des biogaz générés par les lieux d'enfouissement qui ne font pas l'objet d'une obligation à cet effet dans le cadre du REIMR	20,00	3 700
15	Mettre en place des programmes d'aide pour le traitement du fumier ainsi que pour la valorisation énergétique des biomasses agricoles, forestières et municipales	112,0	1 800
16	Améliorer, d'ici 2010, l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics de 10 à 14 % sous le niveau de 2003 et réduire de 20 % la consommation de carburant dans les ministères et les organismes publics	0,3	150
17	Exiger que chaque ministère développe un programme visant à réduire les émissions de GES occasionnées par les déplacements des employés pour se rendre au travail	9,0	20

En 2019, Hélène Caron publiait sa thèse de doctorat sur les *Succès et difficultés de la mise en œuvre des plans d'action de lutte contre les changements climatiques du gouvernement québécois 2006-2012 et 2013-2020*. Cette thèse pose un regard sociologique sur la mise en œuvre des deux plans jusqu'à la mi-parcours du PACC 2013-2020. Selon Caron (2019), une seule mesure visait directement les municipalités dans le PACC 2006-2012.

La mesure 5 était la seule qui visait directement l'atténuation des émissions de GES des municipalités. Cette mesure souhaitait « soutenir les municipalités pour la réalisation d'inventaires municipaux d'émissions de GES et de plans [d'action de réduction d'émissions de GES] ainsi que pour l'adoption de règlements municipaux pour contrer la marche au ralenti inutile des véhicules » (Gouvernement du Québec, 2008). Au total, 16,2 M\$ ont été accordés à cette mesure dont le potentiel de réduction était estimé à 460 kt CO<sub>2</sub> éq. À l'époque, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) était responsable d'administrer le financement prévu par cette mesure. Ainsi est née la première phase du programme Climat municipalités présentée plus en détails à la section 1.2. (Gouvernement du Québec, 2008)

D'autres mesures du PACC 2006-2012 pouvaient potentiellement influencer indirectement les bilans de GES des municipalités. C'est le cas des mesures 1, 6 et 14.

La mesure 1 prévoyait de « mettre en place des programmes de financement visant l'efficacité énergétique pour les particuliers, les industries, les institutions, les commerces et les municipalités québécoises » (Gouvernement du Québec, 2008). Les émissions de GES reliées aux bâtiments font partie du bilan de GES d'une municipalité. Cette mesure visant à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments pouvait potentiellement réduire les émissions de GES quantifiées lors d'un inventaire municipal. À l'époque, l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec était responsable d'administrer les demandes de financement liées à la mesure 1. À titre informatif, cette agence a toutefois été abolie en 2011 dans le cadre d'une restructuration. En date de 2020, le dossier de l'efficacité énergétique est désormais administré par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. (Gouvernement du Québec, 2008)

La mesure 6, quant à elle, pouvait permettre de réduire les émissions de GES des municipalités en « [favorisant] le développement et l'utilisation du transport collectif » (Gouvernement du Québec, 2008). En effet, cette mesure pouvait mener au financement d'initiatives favorisant l'utilisation du transport collectif et l'achat d'autobus hybrides ou électriques. L'essai démontrera que le secteur des transports représente une part importante des émissions de GES d'une communauté. Durant la période 2006-2012, le ministère des Transports du Québec était l'organisation responsable de l'octroi du financement. (Gouvernement du Québec, 2008)

Enfin, la mesure 14 proposait de « soutenir financièrement le captage et le brûlage ou la valorisation des biogaz générés par les lieux d'enfouissement » (Gouvernement du Québec, 2008). Elle visait à réduire les GES générés par les lieux d'enfouissement non réglementés par le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* (REIMR). Pour cette mesure, le ministère responsable du financement était aussi le MDDEP. (Gouvernement du Québec, 2008)

En plus des mesures adoptées par le gouvernement québécois lors du PACC 2006-2012, un autre programme issu d'une entité différente a vu le jour pour inciter les municipalités à réduire leurs émissions de GES. Celui-ci est encadré par la FCM qui regroupe plus de 2 000 municipalités canadiennes (FCM, s. d.e). Il y a plusieurs années, la FCM, en partenariat avec l'ICLEI, a mis en place le programme PPC visant à aider les municipalités membres de la fédération à lutter contre les changements climatiques. Selon les chiffres avancés par la fédération, le programme PPC touche plus de 350 municipalités à travers le pays en date de 2020, dont 48 au Québec (FCM, s. d.b). Cependant, seules les municipalités de Nicolet et de Plessisville et l'arrondissement de Saint-Laurent ont parcouru les cinq étapes demandées par le programme PPC. Ces cinq étapes seront décrites à la section 1.3. À titre informatif, ce programme est appuyé financièrement par le Fonds municipal vert (FMV) géré par la FCM. Conçu en 2000, le FMV aide les municipalités canadiennes dans le développement d'initiatives en lien avec le développement durable et l'innovation (FCM, s. d.a). Le programme PPC, visant à réduire les GES des municipalités, est issu de ce fonds (FCM, s. d.b). Il sera présenté à la section 1.3.

## **1.2 Présentation du programme Climat municipalités — Phase 1**

CM1 s'est étendu de novembre 2008 à mars 2013 et représentait la quasi-totalité de l'enveloppe budgétaire allouée à la mesure 5 du PACC 2006-2012, soit 15,4 M\$. Le montant d'aide financière accordé à une municipalité n'était pas un montant fixe, mais suivait plutôt une logique de croissance régressive en fonction du nombre d'habitants occupant le territoire à l'étude (Ministère du Développement Durable, de L'Environnement et des Parcs [MDDEP], 2011). Le montant de base auquel avait droit chacune des municipalités était de 50 000 \$ (MDDEP, 2011).

Pour mieux comprendre CM1, le tableau 1.2 présente les principales caractéristiques du programme de financement. Il sert à situer le lecteur et à identifier les éléments susceptibles d'avoir un impact lors de l'élaboration d'un inventaire des émissions de GES et de la mise en œuvre des mesures convenues dans un plan d'atténuation local.

**Tableau 1.2 Caractéristiques du programme de financement Climat municipalités — Phase 1**  
(inspiré de : MDDEP, 2011)

<b>Caractéristiques</b>	<b>Lignes directrices et exigences du programme</b>
<b>Caractéristiques générales</b>	
<b>Objectifs du programme</b>	3 objectifs : réaliser un inventaire, produire un plan d'atténuation et produire un plan d'adaptation.
<b>Contenu du programme (excluant le volet plan d'adaptation)</b>	2 volets comprenant 2 étapes : réaliser un premier inventaire et un premier plan d'atténuation ou réaliser une mise à jour d'un inventaire et un premier plan d'atténuation.
<b>Clientèle visée</b>	Municipalités ou organismes municipaux avec ou sans inventaire des émissions de GES et plan d'atténuation local.
<b>Projets admissibles</b>	Toutes municipalités québécoises.
<b>Coûts admissibles</b>	Coûts directs pour la réalisation d'un inventaire et l'élaboration d'un plan d'atténuation.
<b>Coûts non admissibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frais généraux;</li> <li>• Coûts avant la date d'acceptation du projet;</li> <li>• Coûts engagés dans les secteurs non obligatoires.</li> </ul>
<b>Calcul de l'aide financière maximale par projet déposé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 000 \$ pour les 5 000 premiers habitants;</li> <li>• 1,50 \$ par habitant pour les 20 000 suivants;</li> <li>• 1,00 \$ par habitant pour les 25 000 suivants;</li> <li>• 0,25 \$ par habitant pour les 1 450 000 suivants;</li> <li>• 0,10 \$ par habitant pour tous les suivants.</li> </ul>
<b>Attribution de l'aide financière et modalités de versement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 % avant la réalisation de l'inventaire;</li> <li>• 50 % suivant la réalisation de l'inventaire;</li> <li>• 25 % suivant l'élaboration du plan d'atténuation.</li> </ul>
<b>Caractéristiques spécifiques à l'inventaire des émissions de GES</b>	
<b>GES exigés</b>	Considération de six GES : dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ), méthane (CH <sub>4</sub> ), oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O), SF <sub>6</sub> , PFC et HFC
<b>Champs des émissions inclus</b>	<p>Deux champs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Émissions directes de l'administration municipale (AM) et les émissions indirectes d'un service réalisé par un sous-traitant sous la responsabilité de la municipalité;</li> <li>• Émissions de la collectivité.</li> </ul>
<b>Secteurs d'activités à quantifier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâtiments municipaux;</li> <li>• Équipements motorisés municipaux;</li> <li>• Traitement des eaux usées;</li> <li>• Traitement des matières résiduelles (MR);</li> <li>• Transport routier de la collectivité.</li> </ul>

**Tableau 1.2 Caractéristiques du programme de financement Climat municipalités — Phase 1 (suite)**

Caractéristiques	Lignes directrices et exigences du programme
<b>Caractéristiques spécifiques au plan d'atténuation</b>	
<b>Contenu exigé</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Résumé de l'inventaire;</li><li>• Objectif de réduction;</li><li>• Actions de réduction à court terme (moins de cinq ans) et à long terme (plus de cinq ans);</li><li>• Quantification du potentiel de réduction;</li><li>• Modalités de mise en œuvre des actions.</li></ul>
<b>Objectif de réduction</b>	Pourcentage de réduction sans valeur minimale et sans contrainte de résultat pour obtenir une part du financement.

Le programme CM1 se présentait en deux volets. Le premier volet s'adressait aux municipalités n'ayant jamais réalisé d'inventaire de GES ni de plan d'atténuation. Le deuxième volet s'adressait plutôt aux municipalités ayant réalisé au moins un inventaire de GES dans le passé. Dans le cadre de l'essai, le terme municipalité sera utilisé pour désigner les municipalités ainsi que les municipalités régionales de comté (MRC), puisqu'un inventaire peut être réalisé pour le compte d'une ou plusieurs municipalités à la fois. Le choix est propre à chacune des municipalités. Cependant, il est important de noter qu'une municipalité ne pouvait faire partie, à la fois, de l'inventaire et du plan d'atténuation de sa MRC et obtenir du financement pour réaliser son propre inventaire et plan d'atténuation local (MDDEP, 2011).

L'analyse et la sélection des projets financés se sont effectuées selon l'ordre de réception des dossiers et jusqu'à l'atteinte de la limite de l'enveloppe budgétaire de 15,4 M\$. Selon un communiqué du MDDEP, lors de la présentation de la deuxième phase du programme, environ 80 % de la population québécoise a été touchée par les inventaires et plans d'atténuation à l'issue de CM1 (Marcotte et Pelletier, 2018).

### **1.3 Présentation du programme Partenaires dans la protection du climat**

Depuis sa création en 1994, le FCM a développé une méthode en cinq étapes dans le cadre du programme PPC. Il s'agit de la réalisation d'un inventaire de GES, la mise en place d'objectifs de réduction des émissions, l'élaboration d'un plan d'atténuation, la mise en œuvre de ce même plan ainsi que le suivi des progrès et des résultats (FCM, s. d.b). Le but est d'identifier les sources d'émissions de GES et de favoriser les actions visant à réduire les GES et à combattre les changements climatiques. Le programme permet aussi à ses membres d'accéder à une variété de ressources telles que des outils numériques et des études de cas (FCM, s. d.b).

Le tableau 1.3 démontre les principales caractéristiques du programme PPC. Au même titre que le tableau 1.2, il sert à situer le lecteur et à identifier les éléments susceptibles d’avoir un impact sur l’inventaire des émissions de GES et la mise en œuvre des mesures d’atténuation de GES.

**Tableau 1.3 Caractéristiques du programme Partenaires dans la protection du climat** (compilation d’après : Enviro-access, s. d.; FCM, s. d.b; FCM, s. d.c; FCM, 2008b; FCM et ICLEI Canada, 2008a et FCM et ICLEI Canada, 2008 b)

<b>Caractéristiques</b>	<b>Lignes directrices et exigences du programme</b>
<b>Caractéristiques générales</b>	
<b>Objectifs du programme</b>	Deux objectifs : réaliser un inventaire et élaborer un plan d’atténuation.
<b>Contenu du programme</b>	Un volet décliné en cinq étapes de réalisation : réaliser un inventaire; établir des objectifs; élaborer un plan d’atténuation; mettre en œuvre le plan; surveiller le progrès et présenter les résultats.
<b>Durée du programme</b>	Réalisation des cinq étapes à l’intérieur des dix années suivant l’adhésion.
<b>Clientèle visée</b>	Municipalités avec ou sans inventaire réalisé et plan d’atténuation élaboré.
<b>Projets admissibles</b>	Toutes municipalités canadiennes. Au Québec : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 municipalités québécoises ont complété les cinq étapes;</li> <li>• 1 municipalité a complété quatre étapes;</li> <li>• 4 municipalités ont complété trois étapes;</li> <li>• 1 municipalité a complété deux étapes;</li> <li>• 2 municipalités ont complété une étape;</li> <li>• 37 municipalités sont membres, mais n’ont complété aucune étape.</li> </ul>
<b>Coûts admissibles</b>	Coûts directs pour la réalisation de l’inventaire et l’élaboration d’un plan d’atténuation.
<b>Coûts non admissibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frais généraux;</li> <li>• Mise en œuvre du plan;</li> <li>• Mise à jour et présentation des résultats.</li> </ul>
<b>Calcul de l’aide financière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jusqu’à 175 000 \$ par municipalité adhérant au programme, mais le total de l’enveloppe budgétaire est inconnu. Le financement varie d’une année à l’autre.</li> </ul>
<b>Attribution de l’aide financière et modalités de versement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les informations accessibles dans le cadre du présent essai ne permettent pas de connaître ces modalités.</li> </ul>

**Tableau 1.3 Caractéristiques du programme Partenaires dans la protection du climat (suite)**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Lignes directrices et exigences du programme</b>
<b>Caractéristiques spécifiques à l'inventaire des émissions de GES</b>	
<b>GES exigés</b>	Considération de trois GES : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> et N <sub>2</sub> O et exclusion des émissions fugitives des systèmes de réfrigération et de climatisation.
<b>Champs des émissions inclus</b>	Deux champs : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Émissions de l'AM;</li> <li>• Émissions de la collectivité.</li> </ul>
<b>Secteurs d'activités obligatoires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâtiments municipaux, résidentiels, commerciaux et industriels;</li> <li>• Équipements motorisés municipaux;</li> <li>• Feux de circulation;</li> <li>• Eaux potables et eaux usées;</li> <li>• MR solides de la municipalité et de la collectivité;</li> <li>• Transports de la collectivité.</li> </ul>
<b>Caractéristiques spécifiques au plan d'atténuation</b>	
<b>Contenu recommandé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résumé de l'inventaire et des prévisions des émissions;</li> <li>• Objectifs de réduction;</li> <li>• Actions de réduction à court, moyen et long termes sans nombre d'années fixe pour chaque catégorie;</li> <li>• Modalités de mise en œuvre des actions et surveillance des résultats.</li> </ul>
<b>Objectifs de réduction</b>	<p>Les objectifs ci-dessous sont des propositions du programme. Il ne s'agit pas d'objectifs contraignants. Aucune pénalité n'est attribuée si les objectifs ne sont pas atteints.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 % de réduction des émissions de GES des services municipaux par rapport à l'année de référence dans les dix années suivant l'adhésion au programme;</li> <li>• 6 % de réduction des émissions de GES des collectivités par rapport à l'année de référence dans les dix années suivant l'adhésion au programme.</li> </ul>

#### **1.4 Comparaison des programmes CM1 et PPC**

Les programmes CM1 et PPC comportent plusieurs similarités dans leur contenu et leurs objectifs. Essentiellement, les deux programmes encadrent la réalisation d'un inventaire de GES ainsi que l'élaboration du plan d'atténuation local qui en découle. Ils visent tous deux à lutter contre les changements climatiques par la mise en œuvre d'actions visant la réduction de GES. De plus, il n'existe aucune restriction quant à l'adhésion d'une municipalité aux deux programmes simultanément. Cependant, les deux programmes présentent aussi des distinctions importantes, notamment à l'étape de la quantification des émissions de GES pour l'inventaire et durant l'élaboration du plan d'atténuation local. Le programme PPC

offre un nombre supérieur d'outils d'aide à la réalisation des étapes à ses municipalités membres comparativement à celles qui adhèrent seulement à CM1.

#### **1.4.1 Similitudes et différences de l'étape d'inventaire des émissions de GES**

Conscient de ces distinctions et de l'impact de celles-ci sur les étapes suivant l'inventaire, le FCM a rendu accessible un document à l'intention des municipalités qui désirent répondre aux exigences de l'inventaire du programme PPC et qui ont déjà réalisé un inventaire pour le compte de CM1. Comme mentionné par le FCM et l'ICLEI Canada (s. d.a), les lignes directrices de l'inventaire de CM1 sont décrites dans le *Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*, tandis que celles du programme PPC s'appuient sur l'*International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP)* et sont décrites dans le *Guide pour les partenaires dans la protection du climat au Canada* (FCM et ICLEI Canada, s. d.a). Comparer les exigences de CM1 (tableau 1.2) à celles du programme PPC (tableau 1.3) a notamment permis de constater que le SF<sub>6</sub>, les PFC et les HFC ne sont pas quantifiés selon les exigences du programme PPC, par opposition à celles de CM1. Bien que les émissions de ces GES soient généralement marginales comparativement aux émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O, il s'agit tout de même d'un bon exemple des distinctions entre les deux programmes.

Il faut comprendre que CM1 était un programme de financement provincial d'une durée limitée qui voulait, entre autres, inciter les municipalités québécoises à réaliser un inventaire de GES et élaborer un plan d'atténuation. En revanche, pour supporter ce programme de financement, il n'existe pas de plateforme interactive permanente et d'outils d'aide à la réalisation comme l'offre le programme PPC. Si CM1 aidait les municipalités à réaliser les étapes un à trois conformément au programme PPC durant la période de financement, en 2020, il n'offre pas d'accompagnement pour la mise en œuvre des plans d'atténuation locaux, pour surveiller les progrès ni pour présenter les résultats. La valeur ajoutée du programme PPC se trouve donc là. Le programme a permis de créer une communauté de pratique dans laquelle les municipalités peuvent échanger et s'entraider dans la réalisation des différentes étapes (C. Leclerc, conversation téléphonique, 19 février 2020). Il pourrait être bénéfique pour une municipalité de rejoindre le réseau de municipalités membres du programme PPC afin d'obtenir un accompagnement pour réaliser les deux dernières étapes. La durée éphémère du programme de financement CM1 et l'absence d'outils d'accompagnement pour réaliser les étapes quatre et cinq pourraient légitimer l'adhésion d'une municipalité au programme PPC.

Le tableau 1.4 présente les modifications qui doivent être apportées à un inventaire réalisé dans le cadre de CM1 pour rencontrer les exigences du programme PPC. Comme les deux programmes distinguent les émissions associées à l'AM des émissions associées à la collectivité, le tableau suivant sépare les modifications selon cette distinction.



**Tableau 1.4 Modification de l'inventaire des émissions de GES du programme CM1 pour répondre aux exigences du programme PPC** (inspiré de : FCM et ICLEI Canada, s. d.a)

Type de modification	Modifications pour répondre aux exigences du programme PPC
<b>Inventaire des émissions de GES de l'administration municipale</b>	
<b>Présentation de l'information</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réorganiser les données sur les bâtiments et les installations selon les secteurs décrits dans PPC (voir le tableau 1.3).</li> </ul>
<b>Informations additionnelles à fournir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajout du volet et des données sur les MR solides produites par l'AM. Toutes les émissions liées aux MR sont comptabilisées sous l'inventaire collectif dans le cadre de CM1;</li> <li>• Ajout de prévisions sur l'augmentation des émissions par rapport aux émissions de référence sur une période de dix ans en cas de maintien du statu quo. Le statu quo est défini comme l'absence d'intervention municipale pour réduire les émissions de GES.</li> </ul>
<b>Inventaire des émissions de GES de la collectivité</b>	
<b>Informations additionnelles à fournir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajout obligatoire des émissions liées à la consommation d'énergie des secteurs résidentiels, commerciaux et industriels;</li> <li>• Ajout de prévisions sur une période de dix ans en cas de maintien du statu quo étant défini de la même manière que dans les informations à fournir dans l'inventaire municipal;</li> <li>• Recommandation de la modification de la méthode de quantification des données dans le secteur des transports de la collectivité pour accroître la précision.</li> </ul>

Certains constats émanent de l'analyse du tableau précédent. Premièrement, il existe une différence entre les exigences de l'inventaire de l'organisme selon CM1 et selon PPC. En effet, certaines sources d'émissions et certains secteurs d'activités inclus dans le programme PPC ne sont pas obligatoirement comptabilisés par CM1.

Les méthodes de calcul proposées par CM1 et PPC diffèrent aussi à quelques occasions. Par exemple, CM1 recommandait de quantifier les émissions de GES du transport de la collectivité en se basant sur les émissions de ce secteur et le nombre de véhicules immatriculés dans l'ensemble de Québec. Une fois ces données obtenues, CM1 proposait d'estimer les émissions du territoire en fonction du nombre de véhicules immatriculés sur ce même territoire (MDDEP, 2009). Cette méthode de calcul est plus simple à réaliser, mais amène cependant une grande incertitude sur les émissions, comme l'évoque Enviro-accès (2010) dans son inventaire pour le compte de la Ville de Magog. De plus, cette méthode limite la façon dont la municipalité peut mesurer l'impact de ses actions de réduction des émissions pour ce secteur (Ville de Magog et Enviro-accès, 2010). Ainsi, la municipalité remarquera une baisse des émissions seulement si le nombre d'immatriculation sur son territoire diminue (FCM et ICLEI Canada, s. d.a). D'ailleurs, Enviro-accès (2010) proposait à la Ville de Magog de tenter d'obtenir des données sur les ventes de carburant au

niveau de la localité pour accroître le potentiel d'exactitude de l'estimation. À noter que la présente section ne s'attarde pas à la description exhaustive des méthodes de calcul puisque la section 3.2 abordera plus en détail les différentes méthodes de calcul liées au secteur des transports.

Pour accroître le potentiel d'exactitude des données du secteur du transport de la collectivité, la FCM et l'ICLEI Canada (s. d.a) recommandent l'utilisation de l'une des deux méthodes suivantes : la vente au détail de carburant au sein de la municipalité ou l'approche du nombre de kilomètres parcourus par véhicule (KPV). Celles-ci seront aussi détaillées au chapitre 3. Toujours selon la FCM et l'ICLEI Canada (s. d.a), la première méthode aurait cependant l'avantage d'être plus simple et rapide à calculer. Elle « consiste à estimer les émissions attribuables au transport communautaire en fonction de la quantité d'essence et de diesel vendue chaque année par les stations-service de la localité » (FCM et ICLEI Canada, s. d.a). De son côté, l'approche des KPV, « consiste à estimer le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules de la collectivité d'après le débit journalier moyen annuel (p. ex., recensement de la circulation) multiplié par la longueur des tronçons routiers » (FCM et ICLEI Canada, s. d.a).

#### **1.4.2 Similitudes et différences de l'étape du plan d'atténuation local des émissions de GES**

Pour la plupart, les sections du plan d'atténuation local sont les mêmes, qu'il s'agisse des exigences de CM1 ou de PPC. En effet, les deux programmes demandent la présence d'un résumé de l'inventaire, des objectifs de réduction, des actions de réduction à court, moyen et long termes et des modalités de mise en œuvre des actions et de la surveillance des résultats.

Or, les lignes directrices et les exigences des deux programmes présentent aussi certaines différences durant la phase d'élaboration du plan d'atténuation. L'analyse des caractéristiques spécifiques au plan d'atténuation des tableaux 1.2 et 1.3 permet de détecter ces distinctions.

Dans un premier temps, le programme PPC s'efforce de proposer aux municipalités des objectifs chiffrés de réduction d'émissions de GES pour le volet des services municipaux et celui de la collectivité. Cependant, ces objectifs chiffrés sont des propositions et non des obligations (C. Leclerc, conversation téléphonique, 19 février 2020). Autrement dit, une municipalité ne rencontrant pas ces objectifs ne sera pas pénalisée dans le futur. Aussi, CM1 exprime explicitement le nombre d'années maximal que constitue une action de court, moyen et long termes, contrairement au programme PPC qui laisse place à l'interprétation et à la flexibilité quant à la signification de ces termes. Enfin, l'une des différences importantes qui existe entre les lignes directrices des deux programmes à l'étape du plan d'atténuation est le nombre d'outils d'aide et de guides détaillés fournis aux membres de PPC. Les membres de PPC ont l'avantage de pouvoir compter sur des outils les accompagnant étape par étape jusqu'à la surveillance des résultats du plan d'atténuation. Ils ont aussi accès à des exemples d'actions à succès mises en œuvre ainsi qu'une série de leçons apprises par d'autres municipalités canadiennes (FCM, 2008b). Une démarche a été entreprise auprès du ICLEI afin

d'obtenir un accès aux outils d'aide. Malheureusement, la demande n'a pas été acceptée par l'ICLEI, car l'accès est limité aux municipalités membres de PPC. Il serait donc intéressant d'analyser en profondeur ces outils afin d'évaluer leur pertinence et leur valeur ajoutée.

### **1.5 Évolution des PACC et de leurs priorités**

Après le PACC 2006-2012, le gouvernement du Québec a créé le PACC 2013-2020 qui dicte jusqu'à maintenant les priorités du gouvernement québécois en matière de lutte aux changements climatiques. Par la lecture de ce PACC, il est possible de percevoir l'intention du gouvernement de mieux surveiller les résultats généraux et ceux des 30 priorités qui y sont décrites. En effet, le gouvernement du Québec y mentionne textuellement son intention d'évaluer « davantage les réductions de GES et l'efficacité des mesures proposées » (Gouvernement du Québec, 2012). L'un des exemples illustrant ce désir de gestion plus efficace est la création d'indicateurs de performance des projets comme le coût par tonne (t) d'émissions de GES réduites (Gouvernement du Québec, 2012). En matière d'adaptation, le PACC 2013-2020 adopte des indicateurs de performance permettant d'évaluer l'atténuation du niveau de vulnérabilité en lien avec les actions mises en œuvre. En rédigeant ce plan, le gouvernement québécois souhaitait faire une utilisation maximale et efficace des ressources financières investies au sein des 30 priorités (Gouvernement du Québec, 2012).

Le PACC 2013-2020 se disait aussi être un plan d'action évolutif, c'est-à-dire qu'à la suite d'une réévaluation de mi-parcours, certaines initiatives pouvaient être modifiées ou ajoutées afin d'atteindre les objectifs de réduction prévus par le plan. Ces objectifs de réduction se chiffraient à 6,1 Mt, ce qui veut aussi dire qu'à lui seul, le plan n'avait pas la prétention d'atteindre l'objectif de réduction de 11,7 mégatonnes (Mt) entre 2013 et 2020 que le gouvernement du Québec s'est lui-même fixé (Gouvernement du Québec, 2012).

Tout comme pour le PACC précédent, plusieurs priorités étaient ciblées comme étant plus susceptibles d'influencer positivement la mise en œuvre de mesures de réduction des émissions de GES des organismes municipaux. Cependant, plus d'un milliard de dollars supplémentaires étaient prévus pour la réalisation des 30 priorités comparativement au PACC 2006-2012.

Voici la liste des mesures qui ciblaient directement les municipalités, selon Caron (2019) :

- La priorité 1 visant à « induire un aménagement durable du territoire dans une perspective de lutte aux changements climatiques » (Gouvernement du Québec, 2012);
- La priorité 2 voulant « soutenir les municipalités et les collectivités dans leurs initiatives de réduction de GES, d'adaptation aux changements climatiques et d'aménagement durable du

territoire ». Cette mesure donne suite à CM1 en poursuivant le programme avec CM2. L'enveloppe budgétaire associée à cette priorité est de 94 M\$, dont 40 M\$ pour CM2.

D'autres priorités, hors du contrôle des municipalités, pouvaient aussi avoir des impacts sur leurs bilans GES :

- Les priorités 13 et 14 favorisant la mobilité durable des personnes et des marchandises pouvaient aussi s'arrimer aux efforts de réduction des municipalités. La priorité 13 est de loin la priorité recevant la plus grande attention et l'investissement le plus important avec 1 500 M\$. Cette priorité visait, entre autres, l'achat d'autobus hybrides ou électriques en ville et en milieu rural pour améliorer l'efficacité du transport collectif;
- La priorité 20 visant à encourager l'émergence de bâtiments durables, notamment en « [favorisant] les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels » (Gouvernement du Québec, 2012). Plus de 123 M\$ étaient prévus pour cette priorité;
- Enfin, la priorité 23 visant à « soutenir les réductions d'émissions de GES associées à la gestion des matières résiduelles » s'arrimait parfaitement avec les efforts de réduction des municipalités dans ce secteur d'activité. Un peu plus de 10 M\$ y seraient consentis (Gouvernement du Québec, 2012).

Fait intéressant, en analysant aussi l'évolution des deux PACC, Caron (2019) fait part de certaines différences entre les acteurs impliqués dans l'élaboration des deux plans. La première différence remarquée est l'importance du comité consultatif. Lors du PACC 2006-2012, seulement huit personnes siégeaient à ce comité comparativement à quinze pour le second PACC (Caron, 2019). Ce dernier PACC est aussi marqué par l'arrivée de représentants du transport collectif et d'une forte présence du secteur privé au sein du comité consultatif (Caron, 2019). Dans sa thèse, Caron (2019) fait aussi le constat que beaucoup d'espoir de réduction des émissions est fondé sur les mesures en transport de ce PACC 2013-2020. Pour l'avenir, il sera intéressant d'identifier les futures priorités du gouvernement lorsque les municipalités réaliseront leur prochain inventaire et plan d'atténuation. Existera-t-il une corrélation entre les mesures priorisées par le gouvernement et celles élaborées dans les plans d'atténuation locaux?

### **1.5.1 Complémentarité des programmes d'assistance CM1 et CM2**

La deuxième phase du programme Climat municipalités cherche à concrétiser et à mettre en place des projets structurants de lutte et de résilience face aux changements climatiques. Elle se veut une suite logique aux plans d'atténuation élaborés lors de la première phase. Ce faisant, le cadre normatif de CM2 n'est pas une répétition de celui de CM1. Tout comme le PACC 2013-2020, CM2 semble vouloir accorder une

importance grandissante aux mesures d'adaptation tout en continuant d'alimenter le financement des mesures d'atténuation.

L'enveloppe budgétaire totale pour ce nouveau programme est de 40 M\$, le tout provenant du Fonds vert (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MELCC], 2019a), lui-même principalement financé par les revenus générés par la vente de droits d'émissions de GES par le gouvernement du Québec (Gouvernement du Québec, 2012).

Le programme CM2 est également segmenté en deux volets. Un premier volet, totalisant 5 M\$, cherche maintenant à soutenir la préparation d'études de faisabilité, d'analyses coûts/avantages et de projets visant à lutter contre les changements climatiques (MELCC, 2019a). Les projets d'atténuation et d'adaptation sont tous les deux éligibles au financement. Le programme ne vise plus spécifiquement la réalisation d'inventaires et de plans d'atténuation. Par exemple, un financement de 50 000 \$ a été accordé à la Ville de Gatineau pour la réalisation d'une étude opérationnelle visant la réduction des émissions de GES de sa flotte de véhicules municipaux (MELCC, s. d.). La liste complète des projets sélectionnés pour le volet 1 se trouve à l'annexe 1. Cette liste permet aussi de constater que le premier volet sert à la réalisation d'études et non de projets pilotes. Aussi, le financement potentiel pour un projet est désormais d'un maximum fixe de 50 000 \$ (MELCC, 2019a). Les montants ne sont donc plus accordés en fonction de la taille de la population touchée par le projet. Les dépenses admissibles et non admissibles sont sensiblement les mêmes. Autre distinction, les projets acceptés doivent obligatoirement être réalisés dans l'année suivant l'obtention du financement (MELCC, 2019a).

Le deuxième volet vise plutôt la réalisation de projets pilotes techniques et d'innovations sociales pour lutter contre les changements climatiques (MELCC, 2019a). Ce volet représente le cœur du programme de financement avec une enveloppe totalisant 35 M\$, pour un maximum de 1 M\$ par projet sélectionné. Par exemple, un financement de 996 750 \$ a été accordé à la Ville de Victoriaville pour le développement de son système de transport intelligent *Arrive en ville* (MELCC, s. d.). La liste complète des projets sélectionnés pour le volet 2 se trouve aussi à l'annexe 1. Le délai maximal pour réaliser les projets du deuxième volet est de trois ans suivant leur acceptation.

Le processus de sélection des projets de CM2 présente une différence importante avec celui de CM1, soit la réalisation d'une grille de pointage pour le volet 1 et d'une grille pour le volet 2, présentant toutes deux les critères de sélection. Ainsi, un projet potentiel pour le volet 1 doit obtenir un pointage minimal de 14 sur 20 et ne pas obtenir de pointage nul pour l'un des critères de la grille (MELCC, 2019a). Quant au volet 2, une autre grille de pointage est rendue accessible aux requérants. Comme pour le volet 1, cette grille indique certains critères éliminatoires et exige un pointage total de plus de 50 % (MELCC, 2019a). Ces deux grilles offrent un niveau de transparence supérieur au sujet du processus de sélection comparativement à CM1.

Il est aussi intéressant de constater qu'à moins d'un an de la date butoir pour le dépôt de projets, le financement total des projets sélectionnés en date de janvier 2020 est loin d'atteindre la limite de l'enveloppe budgétaire. Selon la liste des projets présentés à l'annexe 1, un total d'environ 600 000 \$ ont été distribués pour le volet 1 et approximativement 4,5 M\$ pour le volet 2.

Afin de respecter les exigences et d'assurer une constance quant à la reddition de compte attendue, les projets pilotes visant la réduction des émissions de GES doivent aussi suivre les lignes directrices et les exigences de la norme de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) 14064-2 (MELCC, 2019a). La première partie de cette norme, concernant la réalisation d'un inventaire des émissions de GES, sera d'ailleurs analysée plus en détail dans le prochain chapitre. Cependant, la deuxième partie, spécifique à la réalisation d'un projet de réduction d'émissions de GES, est moins pertinente dans le cadre de l'essai.

## **2. PROTOCOLE D'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE GES POUR UNE MUNICIPALITÉ**

Le deuxième chapitre aborde les différents protocoles d'inventaire des émissions de GES conçus pour les municipalités. L'étape de la réalisation de l'inventaire des émissions de GES est déterminante pour l'élaboration du plan d'atténuation local et les initiatives de réduction qui en découlent. Les plans d'atténuation sont élaborés en fonction des résultats de ces inventaires. Il importe donc de relever les particularités d'un inventaire adéquat pour une municipalité.

Lors de la réalisation de ce chapitre, un entretien téléphonique a été réalisé avec monsieur Charles Leclerc afin de valider certaines informations concernant le programme PPC ainsi que l'accompagnement offert aux organismes municipaux qui y adhèrent. Certains outils d'accompagnement ne sont accessibles que par les organismes municipaux participants. Ce faisant, l'entretien a permis de mieux comprendre la structure du programme, les différents acteurs impliqués au Québec ainsi que le type d'accompagnement offert aux municipalités.

Charles Leclerc travaille chez Réseau Environnement à titre de coordonnateur du secteur air, changements climatiques et énergie et du secteur biodiversité. Réseau Environnement étant le conseiller régional de la FCM pour la région du Québec, Monsieur Leclerc agit aussi à titre de représentant du programme PPC auprès des municipalités québécoises. Son rôle est principalement de sensibiliser les municipalités pour les amener à participer au programme, créer une communauté de partage et ainsi faire progresser le réseau.

Comme des centaines de pays, chaque année, le Canada réalise et soumet son inventaire national de GES pour le compte de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (Gouvernement du Canada, 2019). Celui-ci est réalisé dans le respect des lignes directrices établies par le GIEC. Chaque pays signataire de la CCNUCC doit réaliser son inventaire sous les mêmes conditions. L'emploi d'un protocole standardisé est crucial pour s'assurer de la véracité des fluctuations d'émissions planétaires qui sont avancées.

À l'opposé des inventaires de GES nationaux, les inventaires des gouvernements locaux ou des municipalités ne sont pas soumis aux mêmes critères de standardisation. Lors du déploiement du programme CM1, il existait plusieurs protocoles à travers le monde pour compléter l'inventaire d'une municipalité. Ces protocoles avaient des exigences, des portées et des caractéristiques différentes qui influent sur le total des émissions quantifiées. À l'international, de même qu'au niveau national ou régional, les inventaires des municipalités ne se basent pas sur les mêmes critères. La situation est sensiblement la même à ce jour, quoique des protocoles commencent à sortir du lot.

Le chapitre débute donc par la présentation des principaux protocoles internationaux d'inventaire reconnus au moment de CM1. Il s'en suit l'analyse du périmètre de déclaration d'une municipalité. Finalement, le

chapitre se conclut par la sélection d'un protocole d'inventaire à considérer pour les futurs inventaires des municipalités québécoises.

## 2.1 Présentation des protocoles d'inventaire reconnus au moment de CM1

Il y a un besoin de standardisation au sein des protocoles d'inventaire pour les municipalités. C'est d'ailleurs un constat que faisaient déjà Ibrahim, Sugar, Hoornweg et Kennedy en 2012. Ce constat a donné lieu à leur étude *Greenhouse gas emissions from cities : comparison of international inventory frameworks*. L'étude s'attarde plus précisément à sept protocoles internationaux élaborés pour les municipalités durant les mêmes années que le programme CM1.

L'étude d'Ibrahim et al. (2012) cherchait à comparer les caractéristiques des différentes méthodologies, soit l'étendue de l'inventaire, les méthodes de calcul préconisées et la manière dont les résultats sont présentés.

À la lumière des résultats de cette étude comparative, trois protocoles sont retenus et présentés dans le cadre du présent essai. Le tableau 2.1 dresse la liste des protocoles sélectionnés.

**Tableau 2.1 Liste des protocoles internationaux d'inventaire des émissions de GES des municipalités** (inspiré de : Ibrahim et al., 2012)

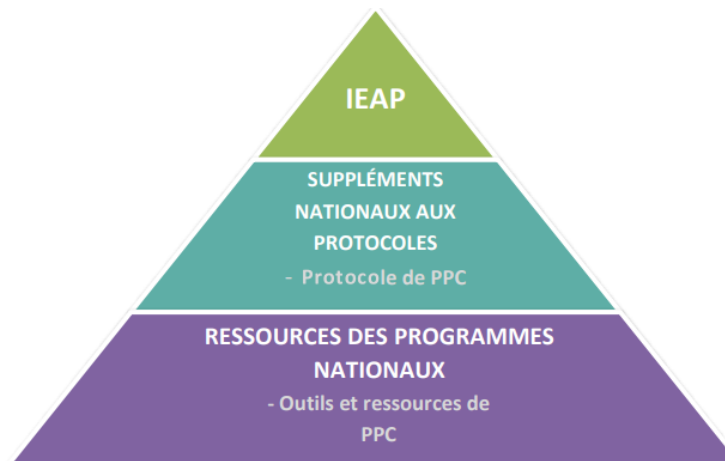
Abréviation	Nom du protocole	Organisation dirigeante
IEAP	<i>International local government GHG emissions analysis protocol</i>	ICLEI
GHGP	<i>GHG protocol: A corporate accounting and reporting standard</i>	WRI et <i>World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)</i>
UN/WB	<i>International standard for reporting greenhouse gas emissions for cities and region</i>	Programme des Nations-Unies pour l'environnement (PNUE), Programme des Nations unies pour les établissements humains (ONU-Habitat) et Banque Mondiale (BM)

Le choix de ces trois protocoles est justifié par plusieurs raisons.

Premièrement, comme décrit dans le tableau 1.2, le volet réalisation d'un inventaire du CM1 proposait un guide d'inventaire basé sur le protocole IEAP, reconnu mondialement. Ce protocole a également été analysé par Ibrahim et al. (2012). À noter que le guide de CM1 s'appuyait aussi sur la norme ISO 14064 en plus de s'inspirer des lignes directrices du GIEC sur la quantification des inventaires nationaux (MDDEP, 2009).

Deuxièmement, comme décrit dans le tableau 1.3, le protocole d'inventaire du programme PPC s'appuie en premier lieu sur le protocole IEAP. C'est d'ailleurs ce que démontre la figure 2.1, tirée du protocole de PPC de la FCM et du ICLEI (2014). Le protocole de PPC est quant à lui une base supplémentaire pour les inventaires de GES canadiens.





**Figure 2.1 Pyramide des liens entre les ressources en matière de protocoles pour PPC** (tiré de : FCM et ICLEI, 2014)

Troisièmement, les protocoles GHGP et UN/WB ont été choisis à la suite des résultats obtenus par l'étude d'Ibrahim et al. (2012). En effet, les chiffres présentés à l'annexe 2 démontrent que le total des émissions calculées à l'aide du GHGP (sous les termes WRI/WBCSD à l'annexe 2) est supérieur au total calculé à l'aide du protocole IEAP (sous les termes ICLEI à l'annexe 2 et 3). Cette différence s'explique par l'inclusion des émissions de la catégorie 2 du secteur de l'électricité, soit les émissions indirectes liées à l'énergie importée et celles liées à la catégorie 3 du secteur de traitement des MR, soit les émissions indirectes de GES dues au transport de ces matières. De son côté, les chiffres présentés à l'annexe 3 démontrent que le total des émissions calculées à l'aide du UN/WB est supérieur au total calculé à l'aide du protocole IEAP. Cette différence s'explique par l'inclusion des éléments à l'intérieur du périmètre de catégorie 3. Les concepts de catégorie 1, 2 et 3 sont présentés dans la section 2.2.

Enfin, les organisations à l'origine des trois protocoles, IEAP, GHGP et UN/WB, ont plus récemment mis leurs efforts en commun afin de mettre sur pied un nouveau protocole agrégeant les meilleures pratiques de tous. La section 2.6 présente plus en détails ce nouveau protocole.

Pour réaliser leur étude, Ibrahim et al. (2012) sélectionnaient six types de caractéristiques à comparer en fonction de l'impact que ces caractéristiques ont sur la valeur quantifiée d'un inventaire de GES. Éventuellement, ces caractéristiques sont susceptibles d'avoir un impact sur la mise en œuvre des mesures d'atténuation et sur les réductions totales. Ces six éléments prioritaires sont les suivants : limites et définitions de l'attribution des émissions, secteurs inclus, traitement des émissions du cycle de vie, méthodes de calcul, précision des données et format de rapport (traduction libre de : Ibrahim et al., 2012). L'annexe 4 présente l'étendue des éléments des protocoles comparés pour l'étude d'Ibrahim et al. (2012). L'essai porte donc une attention particulière à ces éléments pour structurer l'essai et cibler les éléments qui nécessitent une analyse plus approfondie.

## 2.2 Périmètre des inventaires de GES

Pour réaliser un inventaire des émissions de GES, il faut d'abord connaître les limites de cet inventaire. Le premier périmètre à définir est celui du périmètre organisationnel. La norme définit ce périmètre comme étant le « regroupement d'activités ou d'installations dans lequel un organisme [...] exerce un contrôle opérationnel ou financier ou possède une part du capital » (ISO, 2018).

Le périmètre organisationnel de l'inventaire de GES d'une municipalité est dicté par l'organisation et par les exigences du programme auquel il se rapporte. Comme le démontre CM1 et PPC, la portée peut être segmentée en deux. Il y a d'abord la comptabilité des émissions directes de l'AM. Ensuite, il y a celle des émissions directes de la collectivité. Le tableau 2.2 dresse une liste de la portée des émissions de GES incluses dans les protocoles précédemment identifiés.

**Tableau 2.2 Comparaison de la portée des émissions de GES quantifiées selon les protocoles d'inventaire de GES des municipalités** (inspiré de : Ibrahim et al., 2012)

Protocole d'inventaire	Portée des émissions quantifiées	
	Administration municipale	Collectivité
IEAP		
UN/WB		
GHGP		

Comme les tableaux 1.2 et 1.3 permettent de le constater, les deux programmes accessibles aux municipalités québécoises, CM1 et PPC, exigent la prise en compte de la portée de l'AM et celle de la collectivité.

### 2.2.1 Périmètre de déclaration

Une fois le périmètre organisationnel défini, il importe de faire de même pour le périmètre de déclaration. La norme ISO 14064-1 définit le périmètre de déclaration comme étant le « regroupement des émissions [...] ou des suppressions de GES [...] déclarées dans le périmètre organisationnel [...], ainsi que des émissions indirectes significatives qui découlent des opérations et activités de l'organisme » (ISO, 2018).

Comme le démontrent les tableaux comparatifs de l'annexe 2 et l'annexe 3 provenant de l'étude d'Ibrahim et al. (2012), l'inclusion ou non des émissions indirectes a un impact sur la valeur totale des émissions déclarées par une municipalité. Il existe différentes méthodes de calcul permettant de capter ces émissions indirectes. La permission, par un protocole, de pouvoir opter pour des facteurs d'émissions prenant en compte le cycle de vie plutôt que des facteurs d'émissions traditionnels, permet de capter ces émissions indirectes en amont et en aval (Ibrahim et al., 2012). La quantification de ces émissions est plus

risquée, puisqu'il y a une possibilité accrue que les émissions soient quantifiées en double (Ibrahim et al., 2012; Clermont, 2019).

Le concept de double comptage des émissions peut se traduire de plusieurs manières. Il peut s'agir de vendre ou réclamer deux fois ou plus une même réduction d'émissions (Clermont, 2019). Dans le cas présent, le double comptage peut se produire lorsque la même émission est calculée deux fois ou plus (Clermont, 2019). Dans l'éventualité où les inventaires de plusieurs municipalités seraient agrégés pour constituer un inventaire territorial plus étendu, il faut s'assurer de prendre les précautions nécessaires pour minimiser le double comptage (Ibrahim et al., 2012).

### Catégories d'émissions de GES selon le GHGP

Le principe de catégories 1 à 3 tel que défini par le GHGP est celui accepté par l'ensemble des protocoles d'inventaire d'une municipalité. La figure 2.2 tiré du GPC (WRI et al., 2014) permet de bien visualiser les différents secteurs qui peuvent être inclus au sein du périmètre organisationnel de la municipalité ainsi que les émissions indirectes qui peuvent compléter le périmètre de déclaration d'un inventaire municipal.

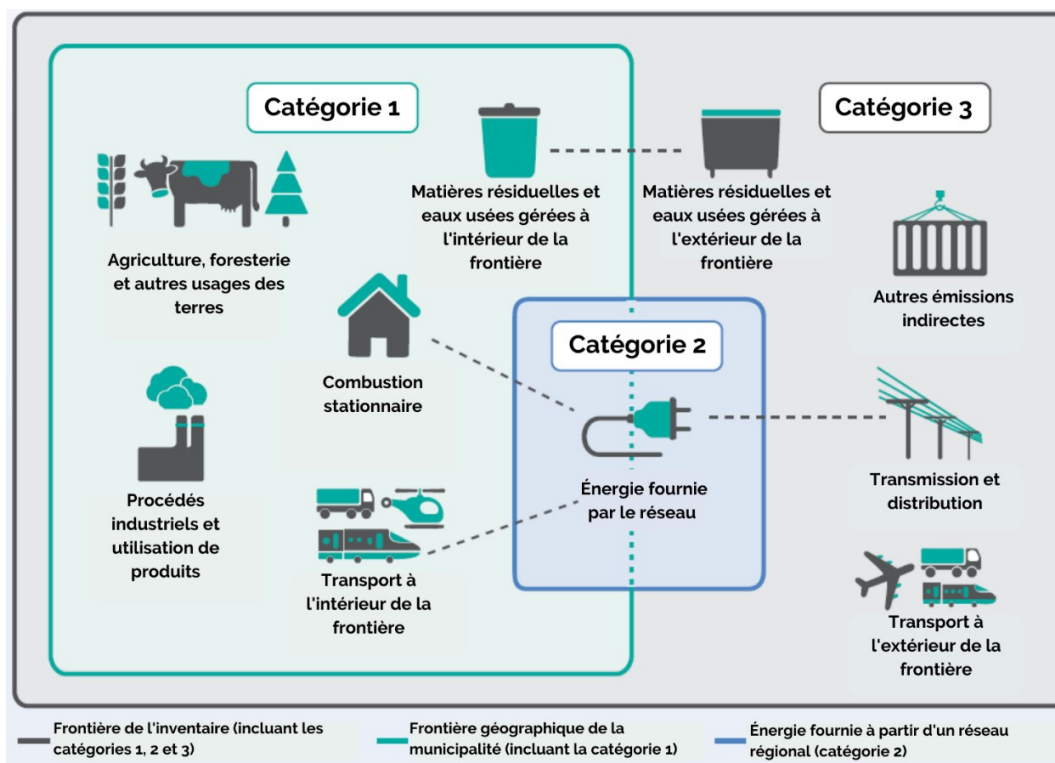


Figure 2.2 Sources et limites des émissions de GES d'une municipalité (traduction libre de : WRI et al., 2014)

Les protocoles IEAP et UN/WB reconnaissent la définition des catégories 1, 2 et 3 attribuables aux émissions d'une municipalité provenant du GHGP. À noter que le principe général de catégorie attribué à

n'importe quel inventaire de GES est, quant à lui, issu de la norme ISO 14 064. Selon le GHGP, la catégorie 1 fait référence aux émissions directes dont l'organisation est propriétaire ou dont elle a le contrôle. La catégorie 2 fait référence aux émissions indirectes provenant de la production de l'énergie utilisée et importée par l'organisation, donc pouvant être produite à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre organisationnel. La catégorie 3 fait référence aux émissions indirectes en amont ou en aval dans la chaîne de valeur de l'organisation. Pour la municipalité, il s'agit des émissions indirectes issues de son activité, mais ayant lieu à l'extérieur de ses frontières (WRI et WBCSD, s. d.a).

Dans le cadre de PPC et de CM1, ce sont généralement les émissions de la catégorie 1 et de la catégorie 2 qui devaient être quantifiées. La section 2.6 développe cette comparaison de manière plus précise.

### Catégories d'émissions de GES selon la norme ISO 14 064

Depuis 2018, la segmentation des catégories de déclaration s'est accentuée. En effet, la norme ISO 14064 (2018) distingue plusieurs catégories qui étaient auparavant toutes incluses à l'intérieur de la catégorie 3, soit les émissions indirectes de GES dues aux transports, aux produits utilisés par l'organisme, associées à l'utilisation des produits de l'organisme et à d'autres sources. La figure 2.3 présente donc l'évolution de la ventilation du principe de la catégorie 3 entre la norme ISO 2006 et la mise à jour de 2018.

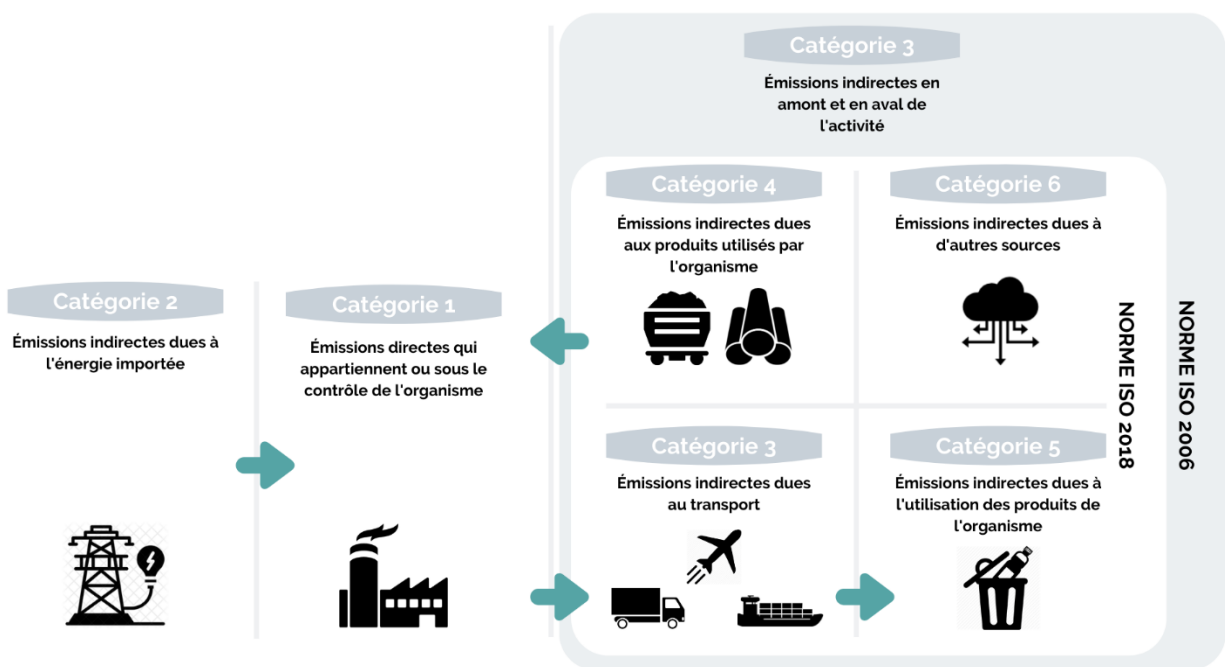


Figure 2.3 Évolution de la ventilation du principe de la catégorie 3 entre la norme ISO 2006 et 2018 (adapté de : ISO, 2018)

Le nouvelle norme segmente maintenant les catégories de 1 à 6. La catégorie 3 fait maintenant référence aux émissions dues aux transports (ISO, 2018). Les sources d'émissions de cette catégorie proviennent principalement de la combustion des équipements mobiles employés pour le transport (ISO, 2018). Selon la norme ISO 14064-1 (2018), cette catégorie inclut autant le transport des personnes que celui des marchandises qui ne sont pas sous la responsabilité de l'organisme. Dans le cas contraire, les émissions sont qualifiées de directes et sont ainsi quantifiées dans la catégorie 1 (ISO, 2018).

La catégorie 4 fait référence aux émissions des produits et services utilisés par un organisme comme les biens achetés ou les services utilisés (ISO, 2018). Les sources d'émissions sont situées à l'extérieur du périmètre organisationnel de l'organisme. Ce sont les phases en amont de l'utilisation des produits, principalement celles de l'extraction, du transport, de la fabrication et du traitement des matières (ISO, 2018). Il importe de s'attarder à la distinction entre les émissions dues au transport dans la catégorie 3 et celles considérées dans la catégorie 4. La norme recommande alors de porter une attention particulière aux possibilités de double comptage. Pour éviter d'omettre ou de comptabiliser deux fois une même source, l'organisme doit opter pour une méthodologie claire. Par exemple, elle peut décider d'inclure dans la catégorie 3 les émissions du transport provenant seulement de la transition du fournisseur vers l'organisme (ISO, 2018). Les autres émissions liées aux transports en amont seront alors quantifiées dans la catégorie 4. L'organisme peut aussi décider de considérer toutes les émissions de transport en amont des produits utilisés par l'organisme (ISO, 2018).

La catégorie 5 fait référence aux émissions provenant de l'utilisation de produits de l'organisme comme les MR en fin de vie (ISO, 2018). Cette catégorie d'émissions indirectes peut être très vaste et varier beaucoup d'un utilisateur à l'autre puisqu'elle sert à quantifier les émissions liées à l'utilisation des produits et services jusqu'à sa fin de vie (ISO, 2018).

Enfin, la catégorie 6 sert à capter toutes les émissions n'étant pas associées à l'une ou l'autre des cinq catégories précédentes (ISO, 2018).

Néanmoins, pour faciliter la compréhension et être conséquent avec le plus récent protocole d'inventaire de GES pour les municipalités publié en 2014, l'essai emploie la ventilation en trois catégories conformément à l'édition 2006 de la norme ISO. Il est dommage de constater qu'aucun protocole d'inventaire de GES pour les municipalités n'intègre les principes de la nouvelle norme. Toutefois, ceci est compréhensible, puisqu'il s'agit d'une période de transition et que des efforts doivent être déployés pour adapter un protocole à la norme de 2018.

## 2.3 Sources et puits de GES d'une municipalité

Pour préparer la quantification des émissions d'une municipalité, l'identification des sources et des puits de GES pertinents à inclure dans son périmètre de déclaration est aussi nécessaire (ISO, 2018). Une source de GES est un « processus rejetant un GES dans l'atmosphère » (ISO, 2018). À l'opposé, un puit de GES retire des émissions de l'atmosphère (ISO, 2018).

### 2.3.1 Comparaison des sources et puits de GES selon CM1 et PPC

Les sources et les puits de GES à identifier et à quantifier diffèrent d'un programme à l'autre. C'est d'ailleurs ce que démontre l'analyse des sources de GES à quantifier selon les exigences de CM1 et de PPC.

À la suite de la comparaison entre les exigences de CM1 et de PPC, voici quelques faits saillants pour les émissions de l'AM.

Pour les secteurs des bâtiments et des équipements motorisés de l'AM, PPC ne calcule pas les émissions fugitives provenant des systèmes de réfrigération et de suppression des incendies contrairement à CM1 (FCM et ICLEI, 2008a; MDDEP, 2009). Cette différence s'explique notamment par le fait que PPC ne demande pas de considérer les HFC dans l'inventaire (FCM et ICLEI, 2008a).

Le secteur des équipements motorisés municipaux présente des différences d'inclusions entre les deux programmes. CM1 semble plus inclusif que PPC dans la définition de ce secteur. Il inclut les émissions des véhicules ainsi que celles des équipements motorisés servant aux activités courantes comme les compresseurs et les génératrices, notamment dans les installations de traitement des eaux usées (MDDEP, 2009). PPC présente plutôt ce secteur comme étant le parc de véhicule. Les émissions des compresseurs et des génératrices se retrouvent donc incluses dans le secteur bâtiment selon PPC (FCM et ICLEI, 2008a).

Les émissions indirectes en lien avec l'énergie nécessaire aux feux de circulation sont comptabilisées au sein du secteur des bâtiments municipaux dans le cadre de CM1 (MDDEP, 2009). PPC comptabilise plutôt ces émissions au sein d'un secteur distinct (FCM et ICLEI, 2008a).

CM1 ne distingue pas les émissions des MR générées par l'AM de celles générées par la collectivité. Les émissions sont donc toutes incluses dans le périmètre de la collectivité (MDDEP, 2009).

Maintenant, quelques faits saillants sont présentés pour les émissions de la collectivité.

Les deux programmes suggèrent l'emploi du même logiciel pour calculer les émissions liées à l'enfouissement des MR, soit *LandGEM* (FCM et ICLEI, 2008a; MDDEP, 2009). Cependant, PPC demande de ne pas comptabiliser les MR industrielles contrairement à CM1 (FCM et ICLEI, 2008a).

Les deux programmes demandent de calculer sensiblement les mêmes émissions pour le secteur du transport routier. Comme démontré à la section 2.6, PPC exige de quantifier quelques sources supplémentaires

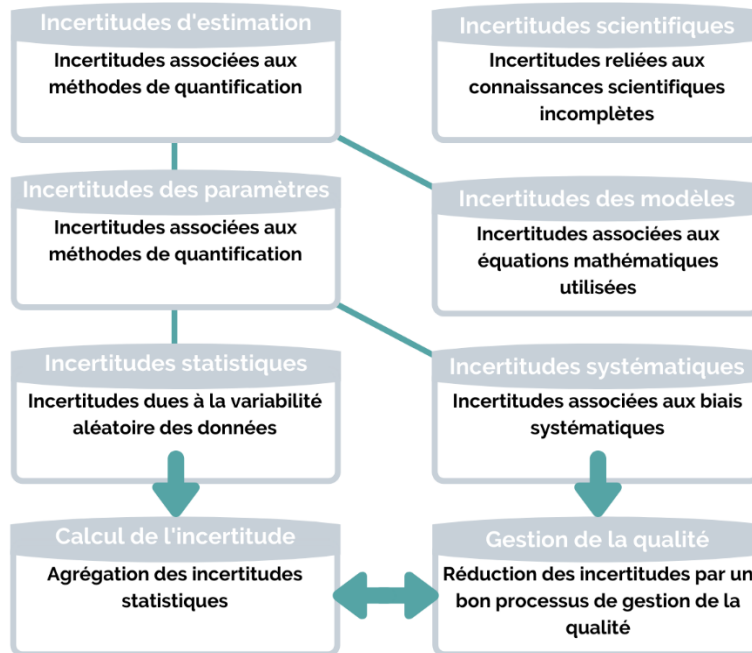
comme les émissions de catégorie 2 pour le transport routier et les émissions de catégorie 1 des véhicules hors route de l'AM. Plus de détails concernant les méthodes de calcul pour ce secteur sont présentés au chapitre 3.

Contrairement à PPC, CM1 n'oblige pas la municipalité à calculer la consommation énergétique pour les secteurs des bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels. Conséquemment, les adhérents à CM1 ne peuvent recevoir aucune subvention pour le calcul de ce secteur. De son côté, PPC est d'avis que ce secteur a un fort potentiel de réduction et demande aux municipalités de l'inclure dans l'inventaire (FCM et ICLEI, 2008a).

## **2.4 Les types d'incertitudes**

Comme le mentionnent Ibrahim et al. (2012), la précision des données et la méthode de calcul sont des éléments qui influencent potentiellement les émissions quantifiées dans un inventaire. De ce fait, il est important d'introduire le concept d'incertitude. L'incertitude est définie comme étant le « paramètre associé au résultat d'une quantification qui caractérise la dispersion des valeurs pouvant être raisonnablement imputée à la grandeur quantifiée » (ISO, 2018).

Différentes méthodes de calcul peuvent être employées pour calculer une même source d'émission. Chacune des méthodes introduit potentiellement un ou plusieurs biais qui influencent le niveau d'exactitude du calcul final. Il existe plusieurs types d'incertitudes comme en fait foi la figure 2.4. Certains types d'incertitudes sont inévitablement subis par les municipalités. En d'autres mots, elles ont peu de pouvoir d'influence sur leur niveau (Boutin et Tacquet, 2018). Comme le mentionne Boutin et Tacquet (2018), les incertitudes scientifiques, dont l'incertitude liée au potentiel de réchauffement global (PRG) des GES, ne peuvent être contrôlées par les organismes. Le PRG d'un gaz est « un facteur décrivant l'impact du forçage radiatif (degré de dommage à l'atmosphère) d'une unité d'un GES donné par rapport à une unité de CO<sub>2</sub> » (WRI et al., 2014). Le PRG d'un gaz doit suivre l'évolution des rapports du GIEC et être ajusté à l'année de référence ainsi qu'à l'inventaire le plus récent (WRI et al., 2014). D'un autre côté, certaines incertitudes reliées à l'estimation peuvent être mieux contrôlées par les organismes. C'est le cas des incertitudes reliées aux paramètres, qui peuvent être diminuées par la gestion des incertitudes systématiques (Boutin et Tacquet, 2018). Ces incertitudes peuvent survenir à la suite d'un biais d'estimation, autrement dit par une erreur introduite. Par exemple, si un ancien facteur d'émission est utilisé, un biais est introduit et l'exactitude des résultats est affectée. De la même façon, si une erreur est introduite au sein des valeurs des données d'activité, l'exactitude sera aussi affectée.



**Figure 2.4 Types d'incertitudes associées à l'inventaire de GES** (tiré de : Boutin et Tacquet, 2018)

Une donnée d'activité est définie comme étant « une mesure quantitative d'un niveau d'activité qui entraîne des émissions de GES » (traduction libre de : WRI et al., 2014). Cette donnée est ensuite multipliée par un facteur d'émission, pour calculer les émissions liées à une opération (WRI et al., 2014). Le facteur d'émission se définit comme étant « un facteur qui convertit les données d'activité en données d'émissions de GES » (traduction libre de : WRI et al., 2014). L'équation suivante décrit le calcul des émissions de GES :

$$\text{Émissions de GES} = \text{Donnée d'activité} \times \text{Facteur d'émission}$$

L'organisme peut ainsi réduire le niveau d'incertitude relié aux émissions de GES en adoptant un bon processus de gestion de la qualité et en visant une amélioration continue des données d'activité et des facteurs d'émissions (Boutin et Tacquet, 2014). Il faut aussi comprendre que le niveau d'incertitude varie d'un secteur à l'autre ainsi que d'un pays à l'autre (GIEC, 2006).

## 2.5 Gestion de la qualité des données de l'inventaire

Comme mentionné au début de ce chapitre, le type de rapport de suivi d'inventaire de GES ainsi que les informations qu'il doit contenir peuvent avoir un impact sur l'évolution de l'inventaire et sur l'atteinte des objectifs de réduction qui auront été fixés.



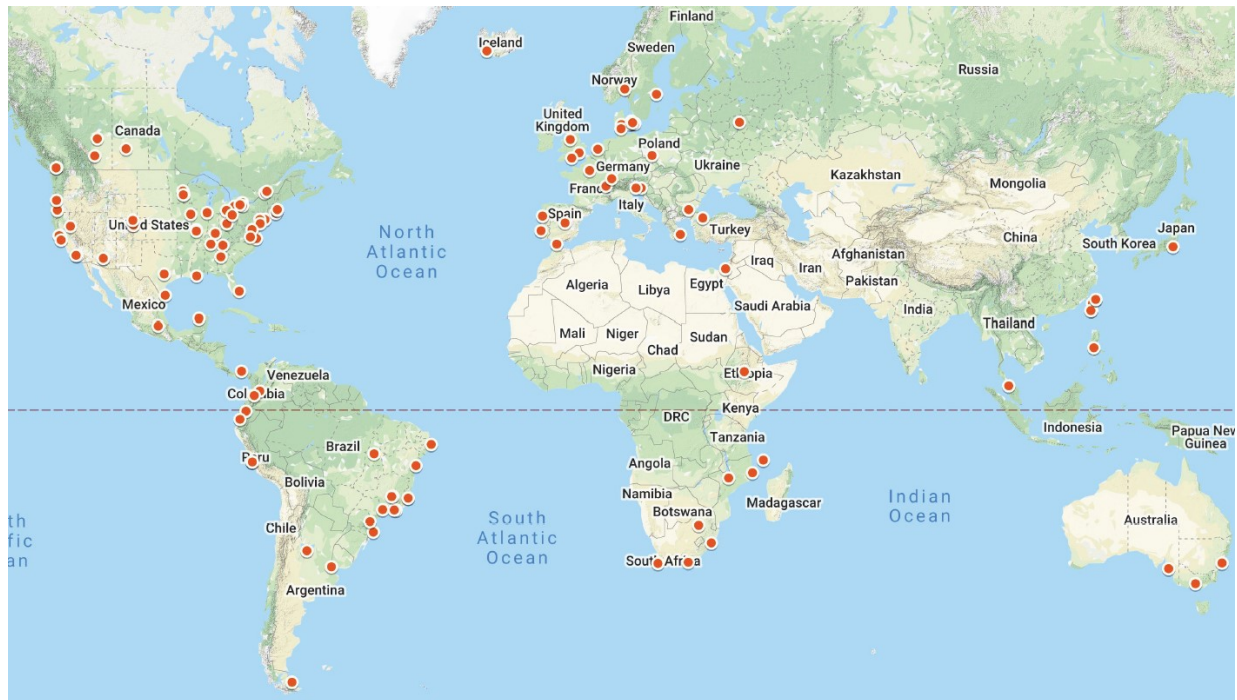
La première question à se poser, selon Ibrahim et al. (2012), est celle-ci : est-ce que le format de rapport demandé exige que la municipalité communique les données de ses activités et les facteurs d'émissions employés lors des calculs? Les programmes PPC et CM1 répondent affirmativement à ces demandes.

La deuxième question à se poser est la suivante : est-ce que la municipalité doit statuer et communiquer le niveau de précision des données de l'inventaire selon les critères du GIEC? La réponse est négative quant au protocole IEAP sur lequel s'appuie PPC de même que pour CM1. Les lignes directrices du GIEC décrivent la distinction entre trois niveaux de précision des données (GIEC, 2006). Le niveau 1, est celui dont le degré de précision est le plus faible et dont l'estimation est la plus grande (GIEC, 2006). Une précision de niveau 1 indique que le facteur d'émission employé lors du calcul d'une source est très général (GIEC, 2006). Il procure donc une incertitude plus élevée quant au total des émissions calculé (GIEC, 2006). Le calcul de niveau 2 présente un facteur d'émission dont la marge d'erreur est plus faible que celui du niveau 1. Il est associé à un facteur d'émission attribué à un pays en particulier (GIEC, 2006). Le calcul de niveau 3, quant à lui, demande l'utilisation de données accessibles et spécifiques à la source d'émission étudiée (GIEC, 2006). S'il demande plus d'effort, le calcul de niveau 3 permet néanmoins d'atteindre un niveau d'exactitude accrue des émissions.

À cette étape de l'essai, un nouveau protocole d'inventaire des émissions de GES municipal est introduit. Le protocole GPC présenté à la section suivante n'utilise pas la hiérarchie instaurée par le GIEC, mais y fait tout de même référence (WRI et al., 2014). Le GPC utilise plutôt une alternative simplifiée de cette hiérarchie (Wilmsen et Gesing, 2016).

## **2.6 Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories**

À ce jour, il est encore difficile d'avoir accès à l'information concernant les inventaires des municipalités québécoises. Il est d'autant plus difficile de comparer les résultats entre les municipalités pour éventuellement agréger ceux-ci et ainsi améliorer l'exactitude des données de l'inventaire national. Comme mentionné en 2012 par Ibrahim et al., il semble que le besoin de standardisation dans la réalisation de l'inventaire de GES d'une municipalité se fasse toujours sentir. Le protocole IEAP, développé par l'ICLEI pour les municipalités canadiennes, est issu de ce besoin. Une question demeure cependant : saura-t-il s'imposer comme le protocole des municipalités québécoises dans le futur? À ce sujet, un tableau sur le site internet du *Carbon disclosure project* (CDP) répertoriait les municipalités ayant réalisé un inventaire en suivant le protocole GPC au cours de l'année 2017. La figure 2.5 démontre l'emplacement de chacune de ces municipalités et permet d'apprécier le niveau de diffusion du GPC sur le globe. Selon le CDP (2018), douze municipalités canadiennes font partie du total. D'ailleurs, il serait intéressant d'analyser l'évolution de cette diffusion au courant des années à venir.



**Figure 2.5 Ampleur et dispersion géographique des municipalités utilisant le protocole GPC pour la réalisation de leur inventaire en 2017** (inspiré de : Carbon disclosure project [CDP], 2018)

Lancé en 2014, le GPC est le résultat d'un consensus entre de multiples organisations internationales. Il rallie d'abord les efforts et l'expertise d'organisations telles que le WRI, l'ICLEI, et le C40 dans le but de créer un protocole standardisé pouvant s'intégrer harmonieusement au protocole d'inventaire national du GIEC (WRI, C40 et ICLEI, 2014). En cours de route, la BM, le PNUE et ONU-Habitat se sont ajoutés aux partenaires existants (WRI et al., 2014). Ces organisations sont aussi à l'origine de l'*International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities* développé en 2010 (Ibrahim et al., 2012). Selon Ibrahim et al. (2012), cette norme voulait principalement développer une méthodologie et des résultats plus transparents, applicables et accessibles à toutes les municipalités. En somme, ce nouveau protocole fait l'agrégation des meilleures pratiques des précédents protocoles et respecte les standards ISO 14064-1, en plus d'être en adéquation avec le protocole d'inventaire national du GIEC.

À la suite de la conférence des Nations Unies sur le climat de 2011, qui s'est tenue en Afrique du Sud, un nouveau GES est ajouté à la liste établie par le protocole de Kyoto (Le Hir, 2011). L'utilisation de plus en plus fréquente du trifluorure d'azote ( $\text{NF}_3$ ) dans la conception d'appareils électroniques ainsi que son PRG environ 17 200 fois celui du  $\text{CO}_2$  en font un nouveau type de GES à considérer (Le Hir, 2011). À l'inverse des protocoles des programmes CMI et PPC, le protocole GPC considère la quantification de ce septième gaz maintenant présent dans le protocole de Kyoto (WRI et al., 2014). Somme toute, le protocole offre à

son usager la possibilité de couvrir l'étendue des émissions des catégories 1 à 3 en combinant les meilleures pratiques des protocoles précédents.

Il existe une importante distinction entre la structure du protocole GPC et celles des programmes PPC et CM1. L'utilisation du protocole GPC doit être adapté s'il désire se conformer aux exigences des deux programmes, qui demandent de séparer l'inventaire corporatif de l'inventaire de la collectivité. Bien qu'il offre la possibilité de comptabiliser les émissions corporatives, le GPC ne met aucune emphase particulière sur la distinction entre les émissions corporatives de la municipalité et les émissions collectives (WRI et al., 2014). Néanmoins, l'annexe B du GPC présente les directives pour quantifier les émissions corporatives en se basant sur le protocole IEAP. Un effort supplémentaire doit donc être déployé par les municipalités qui désirent suivre le GPC tout en répondant aux exigences de PPC ou de CM1.

En appliquant ce protocole aux municipalités québécoises, l'agrégation des émissions de la catégorie 1 de chacune des municipalités de la province pourrait ensuite servir à comptabiliser les émissions territoriales du Québec sans risquer un double comptage des émissions (WRI et al., 2014). En analysant PPC et GPC, il émerge des similitudes quant à leur raison d'être. En effet, le programme PPC cherche aussi à standardiser les inventaires municipaux. Compte tenu des distinctions et des similitudes, serait-il possible, pour une municipalité, de répondre simultanément aux exigences de PPC, de la norme ISO 14064-1 et du GPC? Il semblerait que oui, puisque l'inventaire de 2017 de l'arrondissement de Saint-Laurent à Montréal a été réalisé en respectant l'ensemble des exigences (Boutin et Tacquet, 2018). Il a été possible pour cet arrondissement de réaliser un inventaire de niveau *BASIC* selon le GPC. Les différents niveaux pouvant être réalisés sont plus amplement décrits dans la prochaine sous-section.

### **2.6.1 Comparaison des sources et des catégories d'émissions couvertes par GPC, CM1 et PPC**

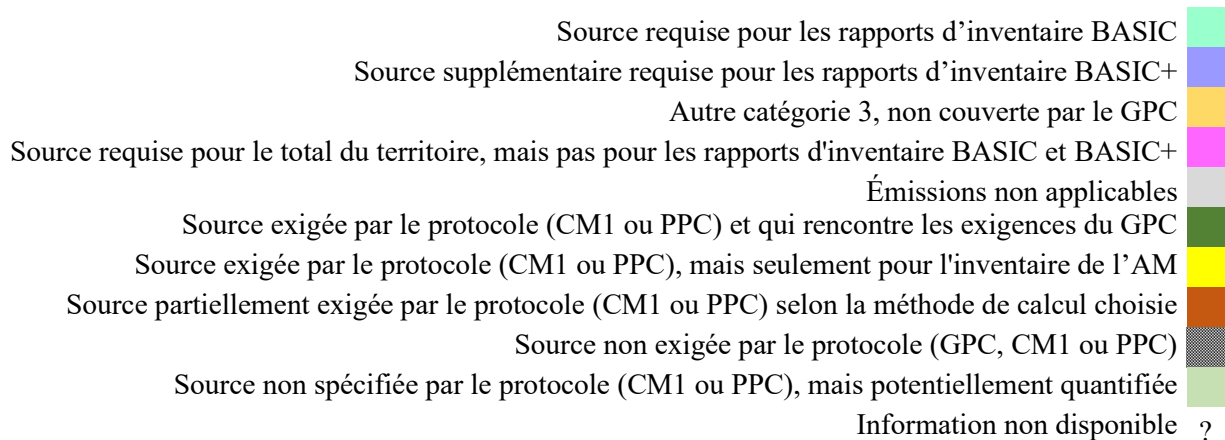
Pour finaliser ce chapitre, les exigences des trois protocoles sont comparées. La comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes selon les exigences de PPC, de CM1 et du GPC servent à analyser l'évolution des inventaires municipaux et à comprendre les ajustements qui doivent être apportés pour répondre aux plus récents critères du GPC. Le tableau 2.3 compare donc les sources d'émissions à inclure selon les exigences de PPC et de CM1 sur la base des exigences de déclaration du GPC.

L'inventaire *BASIC* représente l'étendue des sources d'émissions qui doivent être quantifiées par une municipalité pour répondre aux exigences minimales du GPC. Si l'organisme souhaite étendre les émissions captées par son inventaire, il est ensuite possible de réaliser un inventaire *BASIC +*. Celui-ci devra alors comporter les émissions incluses dans le *BASIC*. De plus, les émissions de la catégorie 3 pour le secteur de l'énergie stationnaire et du transport ainsi que les émissions de la catégorie 1 pour les secteurs de procédés industriels et utilisation des produits (PIUP) et d'agriculture, foresterie et autres utilisations des terres (AFAT) doivent être quantifiées. La quantification des sous-secteurs supplémentaires pour atteindre le

niveau BASIC+ est plus exigeante et le niveau d'incertitude associé à leurs calculs est souvent plus important (WRI et al., 2014). Le GPC recommande donc que les organismes municipaux aspirent à quantifier ces émissions dans la mesure où celles-ci représentent une fraction significative et pertinente pour la municipalité (WRI et al., 2014). La pertinence dépend aussi des exigences du programme auquel se rattache l'inventaire.

Les constats pour PPC en matière de déclaration dans le tableau suivant proviennent de FCM et ICLEI Canada (2014) et FCM et ICLEI Canada (2008a). Les exigences de PPC sont davantage détaillées à l'annexe 5 pour faciliter la compréhension. Les constats pour CM1 proviennent, quant à eux, du MDDEP (2009) et des informations obtenues directement par l'entremise du directeur de l'essai.

La légende présentée à la figure 2.6 accompagne le tableau 2.3 et sert à bien le comprendre.



**Figure 2.6 Légende du tableau 2.3**

**Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (compilation d'après : FCM et ICLEI Canada, 2008a; FCM et ICLEI Canada, 2014; MDDEP, 2009 et WRI et al., 2014)**

<i>Global protocol for community-scale</i>			<b>Climat municipalités 1</b>		<b>Partenaires dans la protection du climat</b>	
<b>Sous-secteurs</b>	<b>Catégorie d'émission</b>	<b>Statut</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>
<b>Énergie stationnaire</b>						
<b>Secteur résidentiel</b> <i>Les émissions dues aux énergies utilisées dans les résidences.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à la combustion de combustibles à l'intérieur du territoire.</i>			Fait partie du contenu facultatif et dont la quantification est non éligible au financement.		Demande de déclarer ces émissions directes dans les bâtiments résidentiels de la collectivité.
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Fait partie du contenu facultatif et dont la quantification est non éligible au financement.		Demande de déclarer ces émissions indirectes dans les bâtiments résidentiels de la collectivité.
	<b>Catégorie 3</b> <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>					
<b>Secteur commercial</b> <i>Les émissions dues aux énergies utilisées pour les bâtiments commerciaux.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à la combustion de combustibles à l'intérieur du territoire.</i>			Fait partie du contenu facultatif et dont la quantification est non éligible au financement.		Demande de déclarer ces émissions directes dans les bâtiments commerciaux de la collectivité.
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Fait partie du contenu facultatif et dont la quantification est non éligible au financement.		Demande de déclarer ces émissions indirectes dans les bâtiments commerciaux de la collectivité.
	<b>Catégorie 3</b> <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>					

Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)

Global protocol for community-scale			Climat municipalités 1		Partenaires dans la protection du climat	
Sous-secteurs	Catégorie d'émission	Statut	Statut	Explications supplémentaires	Statut	Explications supplémentaires
Secteur institutionnel <i>Les émissions dues aux énergies utilisées pour les bâtiments publics : écoles, hôpitaux, bureaux gouvernementaux, éclairage public et autres.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustibles à l'intérieur du territoire.</i>			Demande de déclarer ces émissions directes dans les installations et les bâtiments détenus ou exploités par l'AM. Demande de déclarer les émissions directes des équipements motorisés municipaux. Les émissions pour la collectivité sont facultatives.		Demande de déclarer ces émissions directes dans les installations et les bâtiments détenus ou exploités par l'AM et celles de la collectivité.
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer ces émissions indirectes dans les installations et les bâtiments détenus ou exploités par l'AM ainsi que l'éclairage public et les feux de circulation. Les émissions pour la collectivité sont facultatives.		Demande de déclarer ces émissions indirectes dans les installations et les bâtiments détenus ou exploités par l'AM et celles de la collectivité, incluant l'éclairage public et les feux de circulation.
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>					
Secteur manufacturier et de la construction (industriel) <i>Les émissions dues aux énergies utilisées par les installations industrielles et la construction, sauf celles incluses dans la production d'énergie par les producteurs. Inclut aussi la combustion pour générer de l'électricité et du chauffage à l'intérieur de l'industrie.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustibles à l'intérieur du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions directes des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées exploitées ou possédées par l'AM. Demande de déclarer les émissions directes des équipements motorisés municipaux. Les émissions pour la collectivité sont facultatives.		Demande de déclarer ces émissions directes dans le secteur industriel de la collectivité. Demande de déclarer les émissions directes des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées exploitées ou possédées par l'AM.
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions indirectes des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées exploitées ou possédées par l'AM. Les émissions pour la collectivité sont facultatives.		Demande de déclarer ces émissions indirectes dans les bâtiments résidentiels de la collectivité. Demande de déclarer les émissions indirectes des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées exploitées ou possédées par l'AM.
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>					

Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)

Global protocol for community-scale			Climat municipalités 1		Partenaires dans la protection du climat	
Sous-secteurs	Catégorie d'émission	Statut	Statut	Explications supplémentaires	Statut	Explications supplémentaires
Secteur des producteurs d'énergie <i>Les émissions dues à la production d'énergie et l'utilisation d'énergie par l'industrie.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à l'énergie utilisée dans les opérations auxiliaires des centrales électriques à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative si l'AM exerce ces activités. Aucun financement n'est cependant accordé.		Ne demande pas spécifiquement de déclarer les émissions directes du secteur. Pourraient éventuellement être incluses dans les émissions du secteur industriel, selon l'interprétation faite de celui-ci.
	Catégorie 2. <i>Émissions dues à l'énergie fournie par le réseau et consommée lors des opérations auxiliaires des centrales électriques à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative si l'AM exerce ces activités. Aucun financement n'est cependant accordé.		Ne demande pas spécifiquement de déclarer les émissions indirectes du secteur. Pourraient éventuellement être incluses dans les émissions du secteur industriel, selon l'interprétation faite de celui-ci.
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau dans les opérations auxiliaires des centrales électriques.</i>					
Production d'énergie fournie au réseau <i>Les émissions dues à la production d'énergie distribuée sur le réseau pour l'électricité, la vapeur, la chaleur et le refroidissement.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la production d'énergie fournie au réseau.</i>			Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative. Aucun financement n'est cependant accordé.	?	
	Catégorie 2 <i>Émissions non applicables.</i>					
	Catégorie 3 <i>Émissions non applicables.</i>					
Secteur de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche <i>Les émissions dues à l'énergie utilisée pour les activités d'agriculture, de foresterie et de pêche.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustibles à l'intérieur du territoire.</i>			Fais partie du contenu facultatif et dont la quantification est non éligible au financement.		Ne demande pas spécifiquement de déclarer les émissions directes du secteur. Pourraient éventuellement être incluses dans les émissions du secteur industriel, selon l'interprétation faite de celui-ci.
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Fais partie du contenu facultatif et dont la quantification est non éligible au financement.		Ne demande pas spécifiquement de déclarer les émissions indirectes du secteur. Pourraient éventuellement être incluses dans les émissions du secteur industriel, selon l'interprétation faite de celui-ci.

**Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)**

<i>Global protocol for community-scale</i>			<b>Climat municipalités 1</b>		<b>Partenaires dans la protection du climat</b>	
<b>Sous-secteurs</b>	<b>Catégorie d'émission</b>	<b>Statut</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>
Secteur de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche (suite)	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>					
Sources non spécifiées (autres) <i>Les émissions dues à d'autres installations consommant ou produisant de l'énergie.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustibles à l'intérieur du territoire.</i>		?		?	
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>		?		?	
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>					
Émissions fugitives découlant des activités d'extraction du charbon <i>Les émissions intentionnelles ou non intentionnelles dues à l'extraction, au traitement, au stockage et au transport de carburant dans le territoire.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux émissions fugitives à l'intérieur du territoire.</i>					Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative si des données sont demandées.
	Catégorie 2					
	Autre catégorie 3					
Émissions fugitives découlant des activités de distribution de gaz naturel <i>Les émissions dues aux activités liées au gaz naturel et autres huiles qui ont lieu sur le territoire comme les fuites d'équipement, les pertes par l'évaporation et autres.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux émissions fugitives à l'intérieur du territoire.</i>					Ne demande pas de déclarer ces émissions fugitives. De plus, le protocole ne demande pas de déclarer les émissions de HFC.
	Catégorie 2					
	Autre catégorie 3					



**Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)**

<i>Global protocol for community-scale</i>			<b>Climat municipalités 1</b>		<b>Partenaires dans la protection du climat</b>		
<b>Sous-secteurs</b>	<b>Catégorie d'émission</b>	<b>Statut</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	
<b>Transport</b>							
<p style="text-align: center;"><b>Sur route</b></p> <p><i>Les émissions dues au transport d'individus ou de cargaison des véhicules sur les routes, incluant les véhicules électriques et à carburant, les taxis, les autobus, les camions pour la collecte des déchets et autres.</i></p> <p><i>*Attention de ne pas comptabiliser en double la catégorie 2 en s'assurant que les émissions ne sont pas déjà comprises dans l'énergie utilisée du secteur des énergies stationnaires.</i></p>	<p><b>Catégorie 1</b></p> <p><i>Émissions dues à la combustion de carburant du transport routier à l'intérieur des limites du territoire.</i></p>			<p>Demande de déclarer les émissions directes du parc de véhicules routiers municipaux et celles de la collectivité.</p>		<p>Demande de déclarer les émissions directes du parc de véhicules sur route municipaux et celles de la collectivité. Offre trois options de méthode de calcul, soit selon les ventes de carburant, selon les KPV ou selon le prorata.</p>	
	<p><b>Catégorie 2</b></p> <p><i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire pour le transport sur route.</i></p>						<p>Demande de déclarer les émissions indirectes du parc de véhicules sur route municipaux et celles de la collectivité.</p>
	<p><b>Catégorie 3</b></p> <p><i>Émissions dues à la portion des déplacements transfrontaliers qui surviennent à l'extérieur des limites du territoire et les émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i></p>				<p>Demande de déclarer certaines de ces émissions en fonction de la méthode de calcul employée, par exemple, en utilisant la méthode des immatriculations sur le territoire. Cependant, le protocole ne demande pas de distinguer les émissions de la catégorie 3 de celles de la catégorie 1. Il ne demande pas non plus de calculer les émissions dues aux pertes.</p>		<p>Demande de déclarer certaines de ces émissions en fonction de la méthode de calcul employée. Cependant, le protocole ne demande pas de distinguer les émissions de la catégorie 3 de celles de la catégorie 1. Il ne demande pas non plus de calculer les émissions dues aux pertes.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Par train</b></p> <p><i>Les émissions dues au transport d'individus ou de cargaison et pouvant être divisées selon les catégories suivantes : système urbain, train de banlieue, train national et train international.</i></p>	<p><b>Catégorie 1</b></p> <p><i>Émissions dues à la combustion de carburant du transport ferroviaire à l'intérieur des limites du territoire.</i></p>			<p>Demande de déclarer les émissions directes des véhicules routiers de transport en commun public de la collectivité, mais ne spécifie par textuellement le réseau ferroviaire.</p>		<p>Demande de déclarer les émissions directes des véhicules de transport en commun public appartenant à la municipalité, dont le réseau ferroviaire.</p>	
	<p><b>Catégorie 2</b></p> <p><i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire pour le transport ferroviaire.</i></p>						<p>Demande de déclarer les émissions indirectes des véhicules de transport en commun public appartenant à la municipalité, dont le réseau ferroviaire.</p>
	<p><b>Catégorie 3</b></p> <p><i>Émissions dues à la portion des déplacements transfrontaliers qui surviennent à l'extérieur des limites du territoire et les émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i></p>						<p>Demande de déclarer certaines de ces émissions en fonction de la méthode de calcul employée. Par contre, le protocole ne demande pas de distinguer les émissions de la catégorie 3 de celles de la catégorie 1. Il ne demande pas non plus de calculer les émissions dues aux pertes.</p>

**Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)**

<i>Global protocol for community-scale</i>			<b>Climat municipalités 1</b>		<b>Partenaires dans la protection du climat</b>	
<b>Sous-secteurs</b>	<b>Catégorie d'émission</b>	<b>Statut</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>
<p><b>Par bateau</b>  <i>Les émissions dues au transport maritime des navires, traversiers et autres bateaux qui opèrent dans les limites du territoire et dont les déplacements transfrontaliers débutent ou se terminent au port à l'intérieur des limites du territoire.</i></p>	<p><b>Catégorie 1</b>  <i>Émissions dues à la combustion de carburant du transport maritime à l'intérieur des limites du territoire.</i></p>					
	<p><b>Catégorie 2</b>  <i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire pour le transport maritime.</i></p>					
	<p><b>Catégorie 3</b>  <i>Émissions dues à la portion des déplacements transfrontaliers qui surviennent à l'extérieur des limites du territoire et les émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i></p>					
<p><b>Par avion</b>  <i>Les émissions des déplacements aériens à l'intérieur des limites du territoire et les émissions dues aux départs de vols des aéroports qui desservent le territoire.</i></p>	<p><b>Catégorie 1</b>  <i>Émissions dues à la combustion de carburant de l'aviation à l'intérieur des limites du territoire.</i></p>					
	<p><b>Catégorie 2</b>  <i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire pour l'aviation.</i></p>					
	<p><b>Catégorie 3</b>  <i>Émissions dues à la portion des déplacements transfrontaliers qui surviennent à l'extérieur des limites du territoire et les émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i></p>					

**Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)**

<i>Global protocol for community-scale</i>			<b>Climat municipalités 1</b>		<b>Partenaires dans la protection du climat</b>	
<b>Sous-secteurs</b>	<b>Catégorie d'émission</b>	<b>Statut</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>
<b>Hors route</b> <i>Les émissions dues aux véhicules tout-terrains, aux équipements de construction et d'urbanisme, aux tracteurs, motoneiges et autres véhicules récréatifs. *Attention, seulement les transports hors route ayant lieu dans les locaux des installations de transports sont reportés dans ce sous-secteur. Les émissions ayant lieu dans les sous-secteurs des énergies stationnaires y sont reportées dans ce dernier.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à la combustion de carburant du transport hors route à l'intérieur des limites du territoire.</i>					Demande de déclarer les émissions directes des véhicules hors route de l'AM.
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire pour le transport hors route.</i>					Demande de déclarer les émissions indirectes des véhicules hors route de l'AM.
	<b>Autre catégorie 3</b>					
<b>Matières résiduelles (MR)</b>						
<b>Élimination des matières résiduelles (déchets solides)</b> <i>Les émissions dues à l'élimination dans des lieux d'enfouissement officiels des déchets solides générés sur le territoire. Les émissions de méthane captées des matières résiduelles et revalorisées en énergie sont incluses dans le secteur des énergies stationnaires.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'intérieur des limites du territoire et éliminés dans des lieux d'enfouissement à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions directes de CH <sub>4</sub> dues à la décomposition des matières résiduelles aux sites d'enfouissement du territoire et générées par la collectivité.		Demande de déclarer les émissions directes de CH <sub>4</sub> dues à la décomposition des matières résiduelles aux sites d'enfouissement et générées par l'AM. Demande de déclarer ces émissions pour la collectivité.
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>					
	<b>Catégorie 3</b> <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'intérieur des limites du territoire et éliminés dans des lieux d'enfouissement à l'extérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions directes de CH <sub>4</sub> dues à la décomposition des matières résiduelles aux sites d'enfouissement du territoire et générées par la collectivité.		Demande de déclarer ces émissions pour l'AM seulement si la méthode de calcul des émissions attribuables aux déchets solides municipaux est employée. Demande de déclarer ces émissions pour la collectivité seulement si la méthode de calcul des émissions attribuables aux déchets éliminés dans des installations situées à l'extérieur de la collectivité est employée.

Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)

Global protocol for community-scale			Climat municipalités 1		Partenaires dans la protection du climat	
Sous-secteurs	Catégorie d'émission	Statut	Statut	Explications supplémentaires	Statut	Explications supplémentaires
Élimination des matières résiduelles (déchets solides) (suite)	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'extérieur des limites du territoire et éliminés dans des lieux d'enfouissement à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Affirme que ces émissions peuvent être comptabilisées dans une classe à part pour éviter le double comptage.		Demande de déclarer ces émissions pour l'AM seulement si l'approche des émissions produites par les installations municipales est employée. Demande de déclarer ces émissions pour la collectivité seulement si la méthode des émissions produites par les installations d'élimination des déchets situées sur le territoire de la collectivité est employée.
	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'intérieur des limites du territoire et éliminés dans des lieux de compostage à l'intérieur des limites du territoire.</i>					Ne l'exige pas de manière explicite comme l'enfouissement et l'incinération, mais il est recommandé qu'elles soient quantifiées pour les installations appartenant à la municipalité.
Traitement biologique des matières résiduelles (organiques) <i>Les émissions dues au traitement biologique par compostage des déchets solides générés sur le territoire.</i>	Catégorie 2 <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>					
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'intérieur des limites du territoire et éliminés dans des lieux de compostage à l'extérieur des limites du territoire.</i>					
	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'extérieur des limites du territoire et éliminés dans des lieux de compostage à l'intérieur des limites du territoire.</i>					
Incinération des matières résiduelles <i>Les émissions dues à l'incinération des déchets solides générés sur le territoire.</i> <i>*Attention, les émissions de méthane captées des MR et revalorisées en énergie sont incluses dans le secteur des énergies stationnaires.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'intérieur des limites du territoire et incinérés à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions directes de CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O et CO <sub>2</sub> non biogéniques dues à la combustion des MR dans les installations d'incinération du territoire.		Demande de déclarer les émissions directes de CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O et CO <sub>2</sub> non biogéniques dues à la combustion des MR dans les installations d'incinération et généré par l'AM.
	Catégorie 2 <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>					

Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)

Global protocol for community-scale			Climat municipalités 1		Partenaires dans la protection du climat	
Sous-secteurs	Catégorie d'émission	Statut	Statut	Explications supplémentaires	Statut	Explications supplémentaires
Incinération des matières résiduelles (suite)	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'intérieur des limites du territoire et incinérés à l'extérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions directes de CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O et CO <sub>2</sub> non biogéniques dues à la combustion des MR dans les installations d'incinération du territoire et générées par la collectivité.		Demande de déclarer ces émissions seulement si la méthode de calcul des émissions attribuables aux déchets solides municipaux est employée. Demande de déclarer ces émissions seulement si la méthode de calcul des émissions attribuables aux déchets éliminés dans des installations situées à l'extérieur de la collectivité est employée.
	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux déchets solides générés à l'extérieur des limites du territoire et incinérés à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Affirme que ces émissions peuvent être comptabilisées dans une classe à part pour éviter le double comptage.		Demande de déclarer ces émissions pour l'AM seulement si l'approche des émissions produites par les installations municipales est employée. Demande de déclarer ces émissions pour la collectivité seulement si la méthode des émissions produites par les installations d'élimination des déchets situées sur le territoire de la collectivité est employée.
Eaux usées générées sur le territoire <i>Les émissions dues aux traitements anaérobiques et aérobiques des eaux usées générées sur le territoire.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux eaux usées générées à l'intérieur des limites du territoire et traitées à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions de CH <sub>4</sub> et de N <sub>2</sub> O dues aux traitements des eaux usées.		Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative si des données sont demandées.
	Catégorie 2 <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>					
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux eaux usées générées à l'intérieur des limites du territoire et traitées à l'extérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions de CH <sub>4</sub> et de N <sub>2</sub> O dues aux traitements des eaux usées ayant lieu à l'extérieur des limites du territoire.		
	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux eaux usées générées à l'extérieur des limites du territoire et traitées à l'intérieur des limites du territoire.</i>				?	

**Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)**

<i>Global protocol for community-scale</i>			<b>Climat municipalités 1</b>		<b>Partenaires dans la protection du climat</b>	
<b>Sous-secteurs</b>	<b>Catégorie d'émission</b>	<b>Statut</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>	<b>Statut</b>	<b>Explications supplémentaires</b>
<b>Procédés industriels et utilisation des produits</b>						
<b>Procédés industriels</b> <i>Les émissions dues à des processus industriels comme la production et l'utilisation de produits minéraux, de produits chimiques, de métaux et autres. Les émissions proviennent principalement de la transformation chimique ou physique des matériaux.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues aux procédés industriels à l'intérieur des limites du territoire.</i>					Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative si des données sont demandées.
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>					
	<b>Autre catégorie 3</b>					
<b>Utilisation de produits</b> <i>Toutes les émissions dues à l'utilisation de produits non destinés à la production énergétique comme celle de solvants et de carburants, les produits utilisés dans l'industrie de l'électronique et les substituts aux substances appauvrissant la couche d'ozone.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à l'utilisation de produits à l'intérieur des limites du territoire.</i>			Demande de déclarer les émissions fugitives associées aux équipements de climatisation présents dans les véhicules de l'AM.		
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>					
	<b>Autre catégorie 3</b>					

Tableau 2.3 Comparaison des sources d'émissions de GES et les catégories couvertes par les protocoles PPC, CM1 et GPC (suite)

Global protocol for community-scale			Climat municipalités 1		Partenaires dans la protection du climat	
Sous-secteurs	Catégorie d'émission	Statut	Statut	Explications supplémentaires	Statut	Explications supplémentaires
<b>Agriculture, foresterie et autres utilisations des terres</b>						
<b>Production animale</b> <i>Les émissions dues à la production animale. Principalement, elles proviennent de la fermentation entérique (CH<sub>4</sub>) et la gestion du fumier (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O).</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à la production animale à l'intérieur des limites du territoire.</i>					Ne l'exige pas, mais peuvent être quantifiées de manière facultative si des données sont demandées.
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires ou du secteur des transports.</i>					
	<b>Autre catégorie 3</b>					
<b>Utilisation et changement d'utilisation des terres</b> <i>Les émissions dues à l'utilisation ou aux changements d'utilisation des terres modifiant les stocks de carbone selon les catégories suivantes : terres forestières, terres cultivées, prairies, milieux humides, territoires résidentiels et autres.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à l'utilisation et au changement d'utilisation des terres à l'intérieur des limites du territoire.</i>					
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires ou du secteur des transports.</i>					
	<b>Autre catégorie 3</b>					
<b>Autres sources (excluant le CO<sub>2</sub>)</b> <i>Les émissions dues à des sources agrégées et à des sources non émettrices de CO<sub>2</sub> sur les terres comme celles provenant du brûlage de biomasse sans valorisation énergétique, de chaulage, de l'application d'urée, des récoltes de produits ligneux et autres.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à des sources agrégées et à des sources non émettrices de CO<sub>2</sub> sur les terres à l'intérieur des limites du territoire.</i>					
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires ou du secteur des transports.</i>					
	<b>Autre catégorie 3</b>					

Les deux prochaines sous-sections, soit 2.6.2 et 2.6.3 posent un diagnostic des facteurs favorisant ou limitant l'adoption à grande échelle du protocole GPC par les municipalités.

### **2.6.2 Facteurs favorisant l'adoption du GPC**

Le protocole GPC détient plusieurs atouts favorisant la qualité et l'évolution des inventaires de GES municipaux. La liste qui suit en est une non exhaustive des facteurs favorisant l'adoption du protocole. Celle-ci se base sur la littérature et sur les connaissances acquises lors de la rédaction de l'essai :

- Le protocole GPC regroupe les meilleures pratiques de plusieurs protocoles internationaux antérieurs;
- Selon Wilmsen et Gesing (2016), le GPC peut compter sur des supporteurs influents à travers le monde pour assurer son déploiement, notamment grâce à l'appui du Pacte des Maires;
- Le protocole GPC offre plusieurs suggestions de méthodes de calcul par sources d'émissions en fonction des données disponibles. Les limites de chaque méthode sont aussi décrites;
- Le protocole GPC offre aux municipalités l'opportunité de quantifier les émissions de la collectivité provenant d'un plus grand nombre de sources que CM1 et PPC. Un inventaire suivant le protocole GPC aspire à quantifier avec plus d'exhaustivité les émissions directes et indirectes;
- En considérant un plus grand nombre de sources d'émissions, le protocole GPC donne aussi la chance aux municipalités de mettre en place des mesures plus diversifiées. Ce faisant, la municipalité pourrait aussi effectuer un suivi des actions mises en place pour un plus large éventail de mesures de réduction d'émissions de GES;
- L'emphase accrue sur la distinction et l'inclusion des émissions de catégorie 1 et celles de catégorie 3 limite l'attrait des politiques n'ayant pour effet que de déplacer les émissions à l'extérieur du territoire de la municipalité (Kennedy, Ramaswami, Carney et Dhakal, 2011);
- En comparant le GPC avec d'autres protocoles utilisant une approche géographique, Wilmsen et Gesing (2016) décrivent le GPC comme étant le protocole conventionnel le plus facile d'utilisation de sa catégorie. Selon eux, il s'agit aussi du protocole offrant le meilleur guide aux utilisateurs lors de la quantification des émissions (Wilmsen et Gesing, 2016);
- Une fois les données d'activité acquises par la municipalité, celles-ci améliorent la compréhension de la municipalité des champs d'actions potentiels.

### **2.6.3 Facteurs limitant l'adoption du GPC**

L'exercice de comparaison n'a pas été facilement réalisé. Cependant, il permet de faire ressortir les principaux facteurs limitant l'adoption du GPC par les municipalités québécoises. Ces dernières doivent considérer plusieurs aspects avant d'enclencher les démarches pour réaliser un inventaire sur la base du



GPC. La liste suivante est une liste non exhaustive se basant aussi sur la littérature et sur les connaissances acquises lors de la rédaction de l'essai :

- PPC et CM1 distinguent les émissions corporatives des émissions collectives, ce que ne fait pas le GPC. Une municipalité qui désire à la fois répondre aux exigences de PPC et du GPC devra considérer cet aspect et s'appuyer sur une autre source comme le protocole IEAP pour réaliser l'inventaire de l'AM (Wilsen et Gesing, 2016);
- Le programme CM1 exigeait la quantification des émissions stationnaires des bâtiments de l'AM et de ses sous-traitants, mais n'exigeait pas la quantification des émissions des autres types de bâtiments au sein de la collectivité (MDDEP, 2009). Une fraction des émissions du secteur institutionnel décrit par le GPC étaient calculées pour répondre à CM1;
- Les définitions des émissions de catégorie 1 et 3 pour les différents sous-secteurs du GPC ne concordent pas toujours avec les définitions de PPC et de CM1;
- Peu d'inventaires ont été réalisés selon les exigences du GPC, ce qui limite les études de cas sur lesquelles il est possible de s'appuyer. Les sources de données transférables d'une municipalité à l'autre sont donc peu nombreuses et l'acquisition des données risque d'être plus coûteuse pour les premières municipalités voulant suivre le GPC;
- Pour les municipalités qui réalisent un premier inventaire selon le GPC à la suite d'un inventaire précédent sous CM1 ou PPC, il est difficile, voire impossible, de comparer l'évolution des émissions pour les secteurs étant quantifiés pour la première fois. C'est d'ailleurs le constat qu'a fait la Ville de Sherbrooke (2018);
- L'atteinte d'un inventaire du niveau BASIC+ demande plus de données que l'inventaire BASIC. L'écart à combler avec les exigences de CM1 et de PPC est donc plus important et demande encore plus d'efforts de la part des municipalités;
- Des ressources supplémentaires sont mandatées pour effectuer un inventaire exhaustif en quantifiant tous les secteurs pertinents et en respectant les exigences du GPC. Suivre ce protocole nécessite plus d'efforts que suivre les exigences de PPC ou de CM1. Les petites municipalités, ayant des moyens plus restreints, peuvent plus difficilement utiliser le protocole tel quel;
- Étant un protocole international, celui-ci ne considère pas les spécificités d'un territoire comme celui du Québec dans les suggestions qu'il apporte;
- Wilsen et Gesing (2016) critiquent le manque d'amélioration des techniques de quantification proposées par le GPC;

- Étant en période de transition et ne considérant toujours pas la mise à jour 2018 de la norme ISO dans le GPC, il est possible qu'un plus récent protocole survienne dans un avenir rapproché pendant que des municipalités s'attardent à respecter les exigences de la version 2014 du GPC.

### 3. ANALYSE DES MÉTHODES DE CALCUL ET DES BONNES PRATIQUES

L'exercice de comparaison au chapitre précédent aide à sélectionner les sous-secteurs analysés dans la présente section. L'objectif n'est pas d'analyser exhaustivement les méthodes de calcul de toutes les sources d'émissions et, compte tenu des limites de l'essai, un nombre restreint de sources est analysé.

Pour commencer, l'entretien téléphonique réalisé auprès de monsieur Charles Leclerc a permis de valider la pertinence de laisser de côté certaines distinctions ou d'analyser certains secteurs spécifiques. Il faut se rappeler que le GPC n'est pas construit de manière à distinguer les émissions corporatives des émissions collectives, contrairement à ce qui est demandé par PPC et CM1. Aussi, l'entretien avec M. Leclerc a permis de confirmer que la section collective de l'inventaire municipal est souvent la plus ardue à remplir. Selon lui, les municipalités éprouvent plus de difficultés à quantifier ces émissions que celles de la section corporative (C. Leclerc, conversation téléphonique, 19 février 2020). L'une des raisons est simple : les données à recueillir sont détenues par des entités publiques et privées dispersées. Il est donc plus complexe d'y accéder. Pour ces raisons, le chapitre ne s'attardera pas plus longtemps à faire la distinction entre les émissions se rattachant à l'inventaire corporatif ou à l'inventaire collectif. Cependant, il faut comprendre que l'exclusion de cette distinction ne mène pas forcément à l'exclusion d'une source d'émission. Il s'agit plutôt de dire que l'attention n'est pas portée vers les émissions de l'AM spécifiquement.

Les sources d'émissions exclues le sont pour diverses raisons. Celles-ci peuvent être exclues dues à l'utilisation généralisée d'une méthode de calcul qui permet de rencontrer les exigences des différents protocoles. À titre d'exemple, le GPC apporte peu d'éléments nouveaux quant au calcul des émissions dues aux énergies utilisées dans le secteur résidentiel, si ce n'est qu'il conseille le quantificateur dans la catégorisation des émissions du secteur. Le GPC n'ajoute pas de distinction et d'innovation méthodologique supérieure à CM1 ou à PPC.

La marginalité d'une source d'émission peut aussi justifier l'exclusion. Par exemple, les émissions provenant du transport par bateau ou par avion ne s'appliquent pas à une majorité des municipalités québécoises. La quantification peut être pertinente pour certaines municipalités comme Montréal, mais ne l'est pas pour la plupart des autres. Ces types de transport ne sont donc pas analysés.

La complexité technique liée à la quantification d'une source ou d'un secteur peut aussi justifier son exclusion. Pour cette raison, les émissions du secteur des MR ne sont pas abordées dans le présent chapitre. L'importance du secteur au sein des inventaires et des plans d'atténuation des municipalités est reconnue. Néanmoins, à la lumière des lectures réalisées, une analyse approfondie des méthodes de calcul des émissions nécessiterait des connaissances techniques supplémentaires. Par exemple, il faudrait une compréhension accrue du fonctionnement des systèmes de captage de méthane aux lieux d'enfouissement et des aléas influençant les données d'activité et les facteurs d'émissions. À cet effet, l'essai de Daniel A.

Lagos H. (2014), s'attardant à l'optimisation du modèle de génération de méthane aux sites d'enfouissement, conclut qu'un « modèle efficace doit intégrer l'évolution de la composition de la matière enfouie au cours de la vie du site ». Ce n'est pas sans raison que le chapitre du GPC sur ce secteur est l'un des plus imposants et complexes. À la suite de ces constats, il est estimé que les méthodes de calcul des émissions de ce secteur pourraient faire l'objet d'une recherche à part entière.

Afin d'aider à cibler le type d'émissions à prioriser, une attention a été portée aux sources dont la quantification donne lieu à un niveau d'incertitude généralement plus élevé. L'essai reconnaît néanmoins que le niveau d'incertitude relié au calcul de certaines sources n'est pas le seul facteur qui influence la qualité d'un inventaire de GES lors de l'étape de la quantification. Par exemple, une municipalité peut employer une approche qui permet de quantifier les émissions du transport routier avec un niveau de précision très élevé. Cependant, l'exactitude des émissions de ce secteur pourrait être très faible si une source majeure d'émissions est oubliée ou si un facteur d'émission est erroné.

En considérant ces aspects et en s'appuyant sur le sommaire des émissions de GES totales de la Ville de Sherbrooke comme étude de cas, deux sources d'émissions ont été ciblées. La même typologie que le GPC et que le tableau 2.3 est employé pour catégoriser les sources. Il est donc prioritaire d'analyser avant tout les méthodes de calcul pour les émissions de catégorie 1 du secteur commercial, institutionnel et industriel (ICI) ainsi que celles de catégorie 1 pour les transports sur route et hors route. La justification de ces choix se trouve au début des sections respectives.

Deux types d'émissions supplémentaires présentent un intérêt pour le présent essai. Ainsi, les méthodes de calcul des émissions pour la catégorie 1 du secteur PIUP sont brièvement abordées. De plus, à la lumière du dernier inventaire de la Ville de Sherbrooke, il est jugé intéressant d'analyser les méthodes de calcul des émissions pour une autre source d'émissions. Les émissions de catégorie 1 du secteur AFAT, habituellement seulement quantifiées dans le cadre d'un inventaire BASIC+, sont aussi abordées. Plus d'informations concernant la justification de ces choix se trouvent au début des sections respectives. Le cas de Sherbrooke est détaillé au chapitre suivant.

Les méthodes de calcul présentées dans ce chapitre sont issues des différents protocoles et appuyées par des exemples d'inventaires québécois et canadiens. Compte tenu des délais pour réaliser cet essai, de la redondance dans les méthodes de calcul employées et de la difficulté d'obtenir des détails suffisants pour analyser les méthodes de calcul, plusieurs inventaires de municipalités n'ont pas été retenus pour l'analyse.

### 3.1 Émissions du secteur commercial, institutionnel et industriel

En ouverture, il importe de rappeler au lecteur ce à quoi font référence les émissions discutées. Le tableau 3.1 reprend donc une partie de la section énergie stationnaire du tableau comparatif 2.3 de manière simplifiée. Ceci vise à faciliter la lecture de la présente section.









**Tableau 3.1 Catégorisation des émissions du secteur commercial, institutionnel et industriel selon le GPC**

Sous-secteurs de l'énergie stationnaire	Catégorie d'émission	GPC	CM1	PPC
Secteur commercial <i>Les émissions dues aux énergies utilisées pour les bâtiments commerciaux.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustible à l'intérieur du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>	Basic +		
Secteur institutionnel <i>Les émissions dues aux énergies utilisées pour les bâtiments publics : écoles, hôpitaux, bureaux gouvernementaux, éclairage public et autres.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustible à l'intérieur du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>	Basic +		
Secteur manufacturier et de la construction (industriel) <i>Les émissions dues aux énergies utilisées par les installations industrielles et la construction, sauf celles incluses dans la production d'énergie par les producteurs. Inclus aussi la combustion pour générer de l'électricité et du chauffage à l'intérieur de l'industrie.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues à la combustion de combustible à l'intérieur du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 2 <i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 3 <i>Émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i>	Basic +		
Émissions fugitives découlant des activités d'extraction du charbon <i>Les émissions intentionnelles ou non intentionnelles dues à l'extraction, au traitement, au stockage et au transport de carburant dans le territoire.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux émissions fugitives à l'intérieur du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 2			
	Autre catégorie 3			

**Tableau 3.1 Catégorisation des émissions du secteur commercial, institutionnel et industriel selon le GPC (suite)**

Sous-secteurs de l'énergie stationnaire	Catégorie d'émission	GPC	CM1	PPC
Émissions fugitives découlant des activités de distribution de gaz naturel <i>Les émissions dues aux activités liées au gaz naturel et autres huiles qui ont lieu sur le territoire comme les fuites d'équipement, les pertes par l'évaporation et autres.</i>	Catégorie 1 <i>Émissions dues aux émissions fugitives à l'intérieur du territoire.</i>	Basic		
	Catégorie 2			
	Autre catégorie 3			

**Légende**

Source requise pour les rapports d'inventaire BASIC	
Source supplémentaire requise pour les rapports d'inventaire BASIC+	
Autre catégorie 3, non couverte par le GPC	
Émissions non applicables	
Source exigée par le protocole (CM1 ou PPC) et conforme aux exigences du GPC	
Source exigée par le protocole (CM1 ou PPC), mais seulement pour l'inventaire de l'AM	
Source non exigée par le protocole (GPC, CM1 ou PPC)	
Source non spécifiée par le protocole (CM1 ou PPC), mais potentiellement quantifiée	

Le tableau 3.1 démontre que PPC et le niveau BASIC du GPC exigent tous deux le calcul des émissions des catégories 1 et 2 pour la plupart des émissions provenant du secteur de l'énergie stationnaire. Seules les émissions fugitives de catégorie 1 découlant des activités d'extraction du charbon et celles issues de la distribution de gaz naturel ne sont pas considérées par PPC, mais exigées par le GPC. Le tableau démontre aussi que le GPC est le seul des trois à considérer le calcul des émissions de la catégorie 3 pour le secteur de l'énergie stationnaire, mais seulement dans l'optique de réaliser un inventaire de niveau BASIC+.

Quant à CM1, le tableau 3.1 démontre plutôt que les municipalités ayant réalisé un inventaire dans le cadre de ce programme devront acquérir plusieurs données supplémentaires afin de quantifier les émissions de catégorie 1 et 2 exigées par le GPC. À moins que la municipalité ait décidé de comptabiliser par elle-même et sans le soutien financier de CM1 les émissions du secteur commercial, elle ne devrait pas avoir quantifié ces émissions.

Le plus récent inventaire québécois de GES offre des constats intéressants quant aux émissions de la section industriel du secteur des ICI. Malgré une baisse depuis 1990, dans son inventaire des émissions de GES 2017, le MELCC (2019c) rapportait que 46,8 % des émissions de l'industrie au Québec, soit 11,21 Mt CO<sub>2</sub> éq, provenaient toujours de la combustion industrielle. Il s'agit de la deuxième plus importante source d'émissions dans ce secteur, après les procédés industriels (MELCC, 2019c). Il faut

comprendre que les émissions dues aux procédés industriels excluent la combustion industrielle. L'inventaire de GES de la province et le GPC font tous deux la distinction entre les émissions liées à la combustion et celles liées aux procédés industriels lors de la quantification. Cependant, la typologie des émissions de l'inventaire de la province diffère de celle du GPC. Selon ce dernier, les émissions reliées à la combustion industrielle devraient être incluses dans le secteur de l'énergie stationnaire comme le tableau 3.1 l'indique. De leur côté, les émissions provenant des procédés industriels devraient être incluses au sein du secteur PIUP. Puisque l'essai s'accorde à la typologie du GPC, les émissions provenant des procédés industriels seront donc traitées dans une section ultérieure.

Toujours selon le dernier inventaire provincial, les cinq plus grands contributeurs aux émissions liées à la combustion industrielle sont les sous-secteurs suivants : raffineries de pétrole, usines de pâtes et papiers, minéraux non métalliques, métaux ferreux, industries chimiques et métaux non ferreux (MELCC, 2019c).

Pour leur part, les émissions provenant de la section institutionnel et commercial (IC) du secteur ICI ont légèrement augmenté depuis 1990, atteignant 4,83 Mt CO<sub>2</sub> éq en 2017 (MELCC, 2019c). La principale source d'émission incluse dans cette section provient de la combustion fossile pour le chauffage des bâtiments (MELCC, 2019c). Bien qu'elle soit en baisse par rapport à 1990, la consommation d'énergie fossile supplante toujours celle des énergies renouvelables, ce qui est principalement dû à l'utilisation du gaz naturel (MELCC, 2019c). L'utilisation du gaz naturel équivaut à 53 % du total de l'énergie consommée au Québec pour ce secteur (MELCC, 2019c). La recherche de sources de données potentielles pour la section IC se concentrera donc sur les données reliées au gaz naturel.

### **3.1.1 Méthodes de calcul des émissions reliées à la combustion des carburants**

Que ce soit pour quantifier les émissions de la section commerciale, institutionnelle ou industrielle reliées à la combustion de carburant stationnaire, la logique reste la même. Celles-ci sont calculées en multipliant la consommation des différents carburants, les données d'activité, par leur facteur d'émission respectif (WRI et al., 2014).

Selon le GPC, les municipalités devraient aspirer à obtenir la consommation réelle des différents carburants pour l'ensemble des sous-secteurs sur son territoire. Ces informations permettraient d'obtenir des données d'activité plus près de la réalité. Bien entendu, même s'il s'agit du scénario idéal, il est peu probable qu'une municipalité québécoise détienne ce type de liste exhaustive. L'essai pose l'hypothèse que le type d'informations détenues par les municipalités est hétérogène. Il est jugé que la municipalité typique détiendrait, à tout le moins, les données de consommation réelle pour les bâtiments qu'elle exploite ou qui sont sous son contrôle. Cependant, ce constat est le fruit d'une réflexion personnelle, appuyée par les connaissances du directeur, puisqu'il n'y a pas eu d'enquête auprès des municipalités pour valider cette hypothèse. Il existe plusieurs moyens pour arriver à estimer les émissions liées à la consommation de

combustible. Il n'est pas dit que la municipalité doit emprunter la même technique pour le calcul de chaque combustible dans chacun des sous-secteurs. En fonction des informations détenues par les municipalités, le GPC propose plusieurs pistes à suivre. Il est donc possible de constituer une base valable pour estimer la consommation sur le territoire en jumelant plusieurs informations qui influencent les données d'activité.

Avant tout, il faut savoir que le GPC suggère des méthodes de calcul et un type de ventilation des émissions par sous-secteur et par combustible. Cependant, le niveau de ventilation des émissions peut varier d'un territoire à l'autre. Le type de ventilation devrait néanmoins permettre une comparaison entre différents groupes (FCM et ICLEI Canada, 2014). Ceci aura potentiellement une incidence sur le type de mesures ciblées dans le plan d'atténuation et le suivi qui peut être fait (FCM et ICLEI Canada, 2014). Par exemple, si une municipalité n'est pas en mesure de distinguer les émissions provenant du secteur résidentiel de celles provenant du secteur commercial, il sera plus difficile de proposer des mesures bien ciblées. Voici donc un modèle de calcul des émissions basé sur les recommandations du GPC et appuyé par l'exemple du district de Saanich.

### **Consommation réelle par type de combustible et par sous-secteur**

Dans un premier temps, la municipalité devrait chercher à répertorier les données de consommation réelle qu'elle détient comme mentionné ci-haut. Ces informations sont généralement détenues par les fournisseurs de combustibles et peuvent théoriquement être obtenues en les contactant (WRI et al., 2014). Par exemple, il s'agirait d'obtenir les données de vente de carburant du ou des fournisseurs de gaz naturel par secteur, si possible. Le GPC suggère donc aux municipalités de se servir des données réelles de consommation si elles les détiennent. Le GPC met cependant en garde le quantificateur quant à la manipulation des données liées à la vente. Il est important de s'assurer de pouvoir distinguer l'utilisation finale du combustible comprise dans les données de vente (WRI et al., 2014). Par exemple, les données d'activité devraient seulement inclure les ventes d'électricité associées au secteur de l'énergie stationnaire. Elles ne devraient pas inclure les ventes d'électricité associées au secteur du transport. Dans le cas de Saanich, l'inventaire mentionne que les valeurs réelles de consommation d'électricité et de gaz naturel ont pu être obtenues (Stantec, 2018).

### **Échantillon représentatif provenant de sondages**

Pour les types de combustible dont la consommation réelle est inconnue, la municipalité devrait chercher à obtenir un échantillon représentatif de données réelles à l'aide d'un sondage (WRI et al., 2014). Le but est d'obtenir des échantillons pour chacun des sous-secteurs pertinents de l'énergie stationnaire pour la municipalité (WRI et al., 2014). Pendant ce temps, le quantificateur devrait déterminer les caractéristiques des bâtiments étudiés comme la superficie du bâtiment attribué aux différents départements pour obtenir le facteur d'échelle et estimer la consommation totale (WRI et al., 2014). Pour l'instant, l'applicabilité de cette



méthode reste à prouver, puisqu'aucun exemple concret n'a été trouvé dans le cadre du présent essai. De plus, réaliser un sondage et obtenir une réponse concluante n'est pas chose facile.

### **Modélisation de la consommation d'énergie**

La municipalité pourrait aussi tenter d'obtenir des données à l'aide d'une modélisation de la consommation d'énergie. Le GPC, au même titre que le supplément canadien de PPC (FCM et ICLEI Canada, 2014), suggère de construire cette modélisation en déterminant l'intensité énergétique en fonction de chaque type d'unités (WRI et al., 2014). Ces unités peuvent être segmentées de plusieurs manières. Le choix dépend du type d'informations sur l'intensité énergétique accessible au quantificateur. Le GPC donne plusieurs exemples. Les chiffres sur l'intensité énergétique pourraient être exprimés par type de bâtiment ou par énergie consommée par mètre carré (m<sup>2</sup>) pour un bâtiment durant l'année (WRI et al., 2014; FCM et ICLEI Canada, 2014).

À ce sujet, le district de Saanich a employé cette méthode pour estimer la consommation totale de mazout pour l'année. Le tableau 3.2 représente les données employées par le district dans le calcul des émissions reliées à la combustion du mazout ainsi que l'intensité énergétique en gigajoules (GJ) par pied carré (pi<sup>2</sup>).

**Tableau 3.2 Nombre d'unités de chauffage, estimation de la superficie chauffée et intensité énergétique du mazout pour le district de Saanich** (traduction libre de : Stantec, 2018)

<b>Sous-secteur de l'énergie stationnaire</b>	<b>Nombre d'unités de chauffage au mazout</b>	<b>Estimation totale de la superficie chauffée (pi<sup>2</sup>)</b>	<b>Intensité énergétique (GJ/pi<sup>2</sup>)</b>
Bâtiments résidentiels	4 571	8 193 609,66	0,054152986
Bâtiments et installations IC	52	326 066,82	0,062262033

Comme le mentionne Stantec (2018), des données fournies par l'administration locale sur les bâtiments et le type de zonage ont permis de déterminer le nombre d'unités de chauffage et la superficie totale de chauffage au mazout. De plus, l'administration a été en mesure de fournir le nombre de litres de mazout utilisés en moyenne pour un foyer résidentiel ainsi que la superficie moyenne des résidences (Stantec, 2018). En divisant la quantité en litre/foyer par la superficie moyenne en pi<sup>2</sup>/foyer, puis en convertissant les litres en GJ, l'intensité énergétique en GJ/pi<sup>2</sup> a été trouvée pour le secteur résidentiel (Stantec, 2018). La même technique n'a pas pu être employée pour le secteur IC. Le quantificateur s'est servi de la base de données complète sur la consommation d'énergie de Ressources naturelles Canada (RNC) (Stantec, 2018). Cette base de données permet de trouver l'intensité énergétique du mazout ventilée selon les secteurs pour chaque province. Le quantificateur a estimé l'intensité énergétique du mazout pour le secteur IC en se basant sur la différence en pourcentage entre l'intensité énergétique du secteur résidentiel et celui du secteur IC (Stantec,

2018). En appliquant la différence de 14,97 %, le quantificateur a estimé l'intensité énergétique du secteur IC tel que présentée au tableau 3.2 (Stantec, 2018). Bien entendu, à partir de ces données, il restait ensuite à multiplier les données d'activité pour l'année par les bons facteurs d'émissions pour chacun des GES ainsi que le PRG (Stantec, 2018).

Cet exemple permet d'introduire une mise en garde face à un type de biais pouvant survenir lors de l'étape de quantification. L'inventaire de Saanich exprime une intensité énergétique du mazout en GJ/pi<sup>2</sup>, tandis que la base de données de Ressources naturelle Canada exprime l'intensité énergétique du mazout en GJ/m<sup>2</sup>. Si la quantité de GJ n'avait pas été convertie sur la base du pi<sup>2</sup>, la municipalité aurait pu faire face à une importante surestimation de sa donnée d'activité et des émissions de GES. Le quantificateur doit ainsi faire preuve de vigilance lors de l'utilisation de bases de données provenant de sources et d'entités différentes comme celle de l'AM et d'un palier gouvernemental supérieur.

### **Données incomplètes de consommation réelle**

Le GPC propose plusieurs alternatives lorsque le quantificateur fait face à des données incomplètes. Parfois, la consommation d'un combustible peut être seulement connue pour l'ensemble du territoire. Si c'est le cas, le GPC suggère de répartir les émissions de cette source en fonction de la superficie occupée par les bâtiments de chaque sous-secteur (WRI et al., 2014). Cependant, en utilisant cette méthode le quantificateur exclut la variable de l'intensité énergétique de l'équation. Sachant que l'intensité énergétique diffère d'un sous-secteur à l'autre, le quantificateur doit considérer cette limite.

Dans le cas où une municipalité détiendrait les ventes de certains fournisseurs seulement, le GPC propose une autre méthode d'estimation. Il est alors proposé de déterminer la population desservie par ces fournisseurs, puis d'extrapoler la consommation totale en fonction de la population totale de la municipalité (WRI et al., 2014).

Enfin, le GPC va jusqu'à proposer d'estimer la consommation de la municipalité en utilisant les chiffres avancés pour un territoire plus englobant comme une région, une province ou un pays. La municipalité pourrait ainsi estimer sa consommation selon le prorata de la population desservie (WRI et al., 2014). Par exemple, selon les informations publiques de la dernière mise à jour de l'inventaire de GES de Sherbrooke, cette méthode a été employée pour estimer la consommation d'électricité, de mazout et de propane (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018).

### **3.1.2 Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises**

Le tableau suivant se base sur les informations recueillies à l'aide des inventaires de la Ville de Sherbrooke, du district de Saanich, de l'inventaire national et du supplément canadien du protocole de PPC. Le tableau

ne vise pas à lister les sources de données avec exhaustivité. Chaque municipalité détenant des informations plus précises comme des données de consommation réelle devraient prioriser ces données.

**Tableau 3.3 Sources de données pour la quantification des émissions de GES de catégorie 1 du secteur commercial, institutionnel et industriel** (compilation d'après : Environnement et Changement climatique Canada [ECCC], 2019; FCM et ICLEI Canada, 2014; RNC, s. d.; Stantec, 2018 et Ville de Sherbrooke, 2018)

Données	Sources	Document
Consommation de gaz naturel	Énergir	Non précisé
Consommation de gaz naturel	Gazifère	Non précisé
Proportion de consommation par type d'énergie (électricité, mazout, bois et propane) et par type d'activité (commerce, enseignement et autres)	RNC	Base de données complète sur la consommation d'énergie
Intensité énergétique par type de bâtiments	RNC	Base de données complète sur la consommation d'énergie
Surface construite par catégorie de bâtiments	Services municipaux responsables des taxes foncières	Non précisé
Facteurs d'émission pour le secteur de l'énergie stationnaire	Environnement Canada	Annexe 6 du rapport d'inventaire national 1990-2017 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada
Méthodologie pour la combustion de sources fixes du secteur de l'énergie stationnaire	Environnement Canada	Annexe 3 du rapport d'inventaire national 1990-2017 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada
Consommation provinciale par type d'énergie et par utilisation	Statistique Canada	Tableau des données du Québec du Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada
Données sur les GES des installations ayant déclaré leurs émissions au Québec (185 installations en 2017)	Gouvernement du Canada	Programme de déclaration des gaz à effet de serre (PDGES) : Données sur les gaz à effet de serre (GES) des installations
Émissions totales de GES déclarées par entreprise assujettie au RDOCECA	MELCC	Registre des émissions de GES en vertu du RDOCECA pour l'année la plus récente

Les recherches n'ont pas permis de trouver l'intégral des déclarations de GES des entreprises assujetties au *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA). Les informations détenues dans ces déclarations seraient des sources de données potentielles

pour les municipalités. Pour l’instant, il serait possible de contacter directement les entreprises concernées par ce règlement.

En plus des sources de données présentées dans le tableau précédent, un nouvel outil de calcul risque de piquer la curiosité des municipalités et des quantificateurs au cours des prochaines années. La plateforme *Environmental Insights Explorer* (EIE), offerte gratuitement par Google, est le fruit d’un important partenariat avec la Convention globale des maires pour le Climat et l’Énergie (GCoM). La plateforme EIE s’inscrit dans le but de répondre à une initiative appelée *DATA4CITIES* entérinée par les membres de GCoM. *DATA4CITIES* se veut le cadre commun de rapport des émissions de GES pour les municipalités membres de GCoM. Ce même cadre commun demande que les municipalités membres suivent le protocole GPC pour la réalisation de leur inventaire. C’est donc dire que les données présentées par la plateforme EIE de Google doivent aussi suivre une méthode de calcul qui respecte les principes du protocole GPC.

L’outil devient une source intéressante pour les municipalités puisqu’il utilise les données détenues par Google pour calculer les émissions de GES liées à la combustion fixe de l’énergie. Les données de Google permettent à l’outil d’estimer la surface au sol pour la plupart des bâtiments en plus de permettre une catégorisation par type de bâtiment situé à l’intérieur des limites de la ville (Google, s. d.a). La superficie est modélisée à l’aide de données provenant de Google Maps, de l’imagerie satellite et de modélisations 3D (Google, s. d.a). La figure 3.1 donne un aperçu de la modélisation faite par Google pour calculer les émissions de GES pour ce secteur à partir de la plateforme EIE.



**Figure 3.1** Visualisation des émissions de GES liées aux bâtiments selon la plateforme EIE pour le territoire de Laval (tiré de : Google, s. d.b)

Une fois que la superficie totale en m<sup>2</sup> par type de bâtiment est connue, des facteurs d'intensité énergétique spécifiques à chaque région sont utilisés. Ceux-ci sont tirés de l'outil *CURB : Climate Action for Urban Sustainability*.

Selon la révision technique de l'outil de Google par le ICLEI, l'utilisation des facteurs provenant de l'outil *CURB* représenterait la principale limite actuellement (Steinhoff, Yewdall et Herrod, 2019). Aussi, pour l'instant, l'outil permet seulement de faire la distinction entre les bâtiments résidentiels et ceux non résidentiels.

Les émissions quantifiées à l'aide de l'outil proviennent d'une méthode de calcul ayant un potentiel d'exactitude plus élevé que la méthode généralement utilisée par les municipalités québécoises. Jusqu'à présent, les ressources limitées des municipalités ne permettaient pas l'accès généralisé à cette méthode. Bien qu'il en soit à ses balbutiements, l'outil développé par Google offre un aperçu des données auxquelles les municipalités pourront avoir accès d'ici quelques années. Néanmoins, n'ayant fait aucune démarche auprès de Google ou d'une municipalité ayant testé l'outil, il est difficile de cerner les prérequis pour y avoir accès.

### **3.1.3 Tremplin vers un inventaire BASIC+**

Il est important de noter que les sources de GES contenues dans le niveau BASIC doivent être estimées avant de comptabiliser les sources pour l'atteinte du niveau BASIC+. Néanmoins, calculer les émissions du niveau BASIC peut servir de tremplin à la comptabilisation des émissions de catégorie 3 pour l'atteinte du niveau BASIC+.

L'inventaire BASIC demande au quantificateur de calculer les émissions de catégorie 2 dues à l'énergie importée et consommée à l'intérieur du territoire à l'étude. Selon Stantec (2018), le GPC propose deux méthodes de calcul, soit la méthode basée sur l'emplacement de la consommation ou celle basée sur le marché. En optant pour la première méthode, le quantificateur cherchera à connaître le facteur d'intensité d'émission moyen pour le territoire ou la région (Stantec, 2018). En optant pour la deuxième méthode, le quantificateur optera plutôt pour la recherche du facteur d'intensité d'émission propre au réseau du fournisseur (Stantec, 2018). Dans son inventaire, Saanich emploie la première méthode. Le facteur d'intensité d'émission est donc équivalent à la moyenne provinciale en Colombie-Britannique, soit 0,0117 t CO<sub>2</sub> éq/MWh (Stantec, 2018), telle qu'inscrite dans l'inventaire national canadien des émissions de GES pour 2016. Comme mentionné précédemment, Saanich détenait la consommation totale en électricité pour son territoire. Une simple multiplication par le facteur d'émission provincial permet d'obtenir le total des émissions pour la catégorie 2.

L'inventaire BASIC+ demande au quantificateur d'effectuer une distinction supplémentaire. La catégorie 3 du secteur de l'énergie stationnaire sert à distinguer la quantité d'émissions provenant des pertes lors de la transmission et la distribution du réseau d'électricité à l'intérieur du territoire en amont de la consommation. Tel qu'indiqué par WRI et al. (2014) au sixième chapitre, la quantification de ces émissions nécessite la connaissance du facteur de perte pour le réseau. Le facteur de perte varie d'un territoire à l'autre. C'est pourquoi il importe de prioriser l'emploi du facteur de perte le plus pertinent pour le territoire à l'étude. Selon les plus récentes données fournies en libre accès par la BM en 2014, 8,72 % de l'électricité produite pour la consommation serait perdue au Canada (World Bank, s. d.). Dans son inventaire 2017 suivant les exigences du BASIC+, le district de Saanich utilisait, pour sa part, un facteur de perte de 7,5 % issu des estimations de BC Hydro (Stantec, 2018). Le même facteur de perte a été employé pour tous les sous-secteurs de l'énergie stationnaire (Stantec, 2018). Au Québec, Hydro-Québec serait en mesure de fournir le taux de perte pour la province.

Puisqu'à cette étape-ci, le quantificateur connaît les émissions de GES de catégorie 2 et le facteur de perte pertinent pour le territoire à l'étude, il est possible d'estimer la quantité d'énergie incluse dans la catégorie 3. Celle-ci équivaut à 7,5 % du total de la consommation en électricité du territoire. Si le quantificateur réalise la distinction entre les émissions de catégorie 2 et 3, celui-ci doit s'assurer d'éviter un double comptage potentiel qui inclurait les pertes en ligne dans les deux catégories. Lorsque la catégorie 3 est calculée, il importe de déduire la quantité d'émissions obtenue de la catégorie 2.

### **3.2 Émissions du secteur des transports**

Comme l'a démontré le tableau 2.3, les exigences de CM1 et de PPC en matière de calcul des émissions du secteur du transport ne demandent pas la même exhaustivité que celles demandées par le GPC. Pour atteindre ces standards, et si l'objectif est de réaliser un inventaire BASIC, il importe à la municipalité d'incorporer de nouvelles sources d'émissions. En effet, les émissions de catégories 1 et 2 des sous-secteurs du transport par train, par avion et par bateau devraient être prises en compte lorsque celles-ci sont pertinentes pour le territoire.






Si l'objectif est de réaliser un inventaire BASIC+, il importe alors d'ajouter, en plus de celles mentionnées dans le dernier paragraphe, les émissions de la catégorie 3 de tous les sous-secteurs du transport. Néanmoins, seulement les émissions de la catégorie 3 du transport sur route, par bateau, par avion et hors route étaient nécessaires dans le cas de Saanich en Colombie-Britannique.

Tel que mentionné en début de chapitre, seules les émissions reliées au transport routier seront abordées. Suivant la même formule qu'à la section précédente, il importe maintenant de rappeler au lecteur ce à quoi font référence les émissions du secteur des transports routiers et leur catégorisation. Le tableau 3.4 reprend une partie du tableau synthèse 2.3.

**Tableau 3.4 Catégorisation des émissions du secteur des transports routiers selon le GPC**

Sous-secteur du transport	Catégorie d'émission	GPC	CM1	PPC
<p>Sur route</p> <p><i>Les émissions dues au transport d'individus ou de cargaison des véhicules sur les routes, incluant les véhicules électriques et à carburant, les taxis, les autobus, les camions pour la collecte des déchets et autres.</i></p> <p><i>*Attention de ne pas comptabiliser en double la catégorie 2 en s'assurant que les émissions ne sont pas déjà comprises dans l'énergie utilisée du secteur des énergies stationnaires.</i></p>	<p>Catégorie 1</p> <p><i>Émissions dues à la combustion de carburant du transport sur route à l'intérieur des limites du territoire.</i></p>	Basic		
	<p>Catégorie 2</p> <p><i>Émissions dues à l'énergie importée consommée à l'intérieur des limites du territoire pour le transport sur route.</i></p>	Basic		
	<p>Catégorie 3</p> <p><i>Émissions dues à la portion des déplacements transfrontaliers qui surviennent à l'extérieur des limites du territoire et les émissions dues aux pertes de distribution et de transmission dues à la consommation d'énergie fournie par le réseau.</i></p>	Basic+		

**Légende**

Source requise pour les rapports d'inventaire BASIC	
Source supplémentaire requise pour les rapports d'inventaire BASIC+	
Source exigée par le protocole (CM1 ou PPC) et qui se conforme aux exigences du GPC	
Source non exigée par le protocole (GPC, CM1 ou PPC)	
Source non spécifiée par le protocole (CM1 ou PPC), mais potentiellement quantifiée	

Selon l'inventaire de GES du Québec de 2017, le secteur des transports produisait plus de 43,3 % des émissions totales (MELCC, 2019c). Le sous-secteur du transport routier était responsable de 79,6 % des 34,1 Mt générées par le secteur (MELCC, 2019c). La présente section s'attarde donc principalement à ce sous-secteur. De plus, puisque l'objectif de l'essai est d'améliorer la mise en œuvre des actions municipales, les transports par bateau, par train et par avion ne seront pas détaillés. Les actions pouvant réduire les émissions de GES de ces sous-secteurs tombent sous la juridiction de programmes provinciaux et fédéraux et les municipalités ont peu de contrôle sur celles-ci (FCM et ICLEI Canada, 2008a).

Au Québec, ce sont plus souvent les termes « systèmes de combustion mobiles » (MELCC, 2019b) qui sont employés pour définir les émissions directes du secteur des transports. Selon la norme ISO 14064-1, les émissions directes provenant de la combustion mobile sont celles « résultant d'un combustible brûlé dans des équipements de transport » (ISO, 2018) qui sont sous le contrôle ou appartiennent à l'organisme. Le terme combustible est le terme plus générique qui pourrait être remplacé par carburant dans le présent cas. Le carburant est un combustible « dont la combustion permet le fonctionnement des moteurs thermiques » (Demirdjian, 2006). Tel que mentionné dans le tableau 3.4, les émissions de catégorie 1 du secteur des transports routiers sont reliées à la combustion du carburant lors des déplacements qui ont lieu à l'intérieur des frontières géographiques du territoire. Les émissions de catégorie 2 correspondent à celles provenant de la production d'énergie consommée fournie par le réseau pour alimenter les déplacements à l'intérieur du territoire (WRI et al., 2014). Ces émissions sont reliées aux véhicules routiers utilisant l'électricité comme

source d'énergie. Elles excluent « toutes les émissions en amont (du berceau à l'entrée de la centrale électrique) associées au combustible, les émissions dues à la construction de la centrale électrique et les émissions allouées au transport et aux pertes en ligne » (ISO, 2018). Enfin, la catégorie 3 correspond à deux types d'émissions agrégées. D'abord, elle correspond aux émissions provenant des pertes lors de la transmission et la distribution du réseau d'électricité à l'intérieur du territoire en amont de la consommation par les véhicules électriques (WRI et al., 2014). Ensuite, elle correspond aux émissions provenant de la combustion de carburant qui ont lieu à l'extérieur du territoire, donc reliées aux déplacements transfrontaliers (WRI et al., 2014).

### **3.2.1 Méthodes de calcul des émissions du transport routier**

Le calcul des émissions du transport routier demande de considérer plusieurs catégories de véhicules. Comme pour le calcul des émissions présenté à la section 3.1, l'obtention des données d'activité et des facteurs d'émissions peut se faire de plusieurs façons. La méthode employée influencera potentiellement la précision des quantités estimées. Aussi, elle influencera potentiellement l'allocation des émissions entre les catégories 1 et 3 (WRI et al., 2014). Le GPC n'exige donc pas l'utilisation d'une seule méthode de calcul, mais propose plutôt des variantes en fonction des données accessibles (WRI et al., 2014).

Le GPC catégorise les méthodes de calcul selon deux types d'approches générales, soit l'approche descendante et l'approche ascendante (WRI et al., 2014). Selon la première approche, le quantificateur utilisera des données de consommation de carburant pour représenter les habitudes de transport et les émissions qui y sont reliées (WRI et al., 2014). Selon la deuxième approche, le quantificateur cherchera d'abord à détailler plusieurs données d'activité qui seront ensuite mises en relation pour finalement estimer les émissions totales (WRI et al., 2014). Dans cette deuxième approche, les municipalités déterminent les émissions de manière semblable à une équation de type *ASIF framework* (WRI et al., 2014) telle que développée par Schipper, Fabian et Leather (2009). L'annexe 6 présente l'équation originale sur laquelle se base le GPC. L'équation démontre les différents paramètres pouvant être pris en considération lorsqu'une approche ascendante est utilisée par le quantificateur. Les émissions calculées à l'aide de l'équation ASIF devraient considérer les paramètres suivants : l'activité totale de transport ou *Activity* (A), la part du transport pour chaque mode ou *Mode Share* (S), l'intensité d'énergie pour chaque mode ou *Intensity* (I) et le facteur d'émission par unité d'énergie ou par combustible ou *Fuel* (F) (WRI et al., 2014).

Deux essais d'étudiants de l'Université de Sherbrooke à propos des méthodes de quantification des émissions du secteur des transports au Québec ont été consultés. L'essai de Gabriel Poluga (2011) compare des méthodologies de quantification pour assurer un suivi et rendre compte des efforts de réduction des municipalités, tandis que l'essai de Marc-Olivier Gaudette-Boisvert (2012) vise l'élaboration d'une démarche pour réduire les émissions de GES provenant du secteur des transports routiers au Québec.

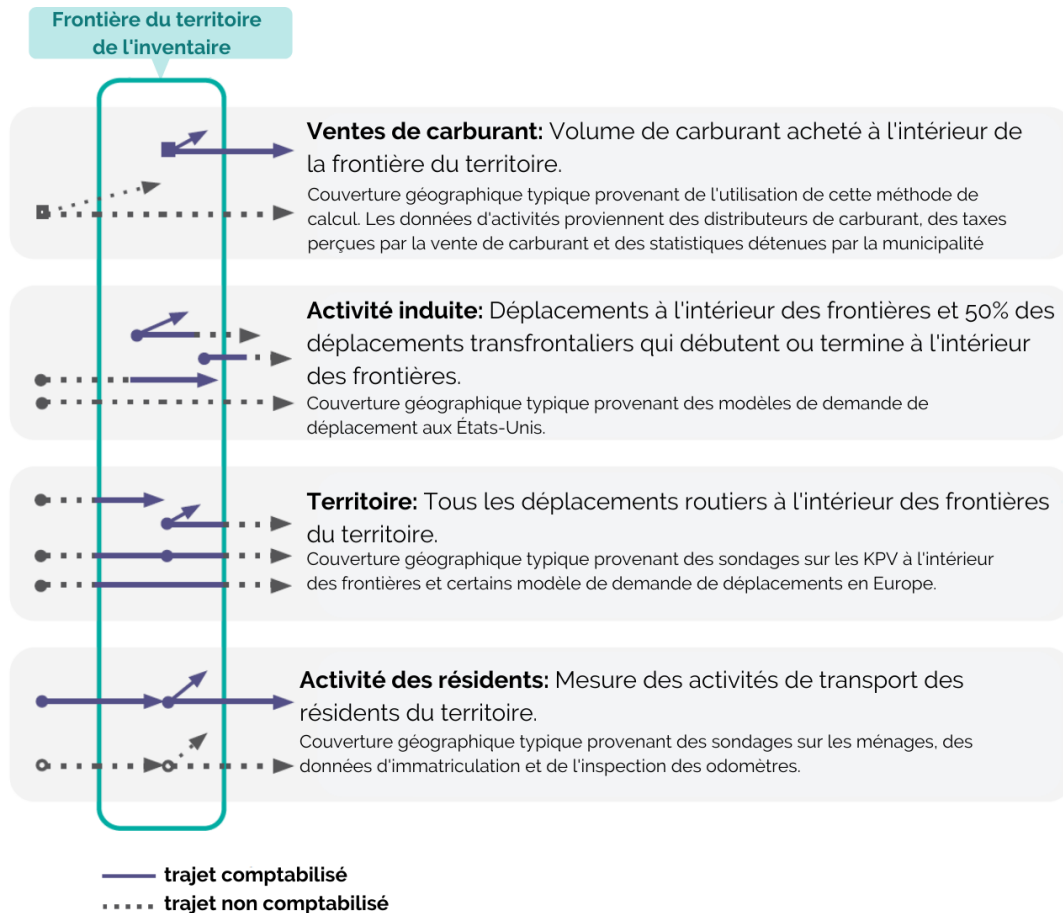


L'essai de Gaudette-Boisvert (2012) présente une analyse très pertinente concernant les différentes méthodes de quantification des émissions de GES utilisées pour le secteur des transports. Les quatre méthodes estimatives identifiées par Gaudette-Boisvert (2012) sont celles du prorata, de la vente de carburant, de la modélisation et du nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules.

Gaudette-Boisvert (2012) décrit la méthode du prorata comme se basant « sur un indicateur comprenant une valeur propre à un secteur choisi divisé par une valeur totale connue ». Dans le cadre du transport routier, il était recommandé, durant CM1, de quantifier les émissions de GES du transport routier en se basant sur les émissions de ce secteur et le nombre de véhicules immatriculés dans l'ensemble de Québec (MDDEP, 2009). Jusqu'à maintenant, cette méthode de calcul a été largement utilisée par les municipalités québécoises pour quantifier les émissions du transport routier. Cette méthode peut difficilement être catégorisée selon l'une ou l'autre des approches avancées par le GPC, car elle peut être employée à plusieurs moments lors de l'analyse afin de déterminer certaines variables qui ne peuvent être obtenues autrement. Il est estimé que la méthode prorata est un complément à l'utilisation d'autres méthodes lorsqu'une information est manquante.

Pour la méthode de la vente de carburant, Gaudette-Boisvert (2012) la décrit comme « [utilisant] la quantité de carburant vendu sur un territoire et les taux d'émissions des véhicules selon leur âge » comme paramètres pour calculer les émissions. Selon le GPC, cette méthode est associée à une approche dite descendante. Toujours selon le GPC, l'utilisation de cette méthode aurait plusieurs avantages. Elle faciliterait l'agrégation des émissions de chacune des municipalités, puisqu'elle élimine le risque de double comptage entre les municipalités (WRI et al., 2014). Toutes les ventes de carburant à l'intérieur des frontières font alors partie de la catégorie 1 (WRI et al., 2014). Du moins, il s'agit d'un avantage si l'un des objectifs est l'agrégation des données territoriales comme ça pourrait l'être à l'échelle du Québec ou du Canada. Cet argument est moins valable à l'échelle de la municipalité. Elle serait aussi moins coûteuse et moins longue à produire que les méthodes utilisant la modélisation et le nombre de kilomètres parcourus (WRI et al., 2014). Enfin, les capacités techniques requises seraient aussi moindres que pour les deux méthodes suivantes (WRI et al., 2014). Le GPC identifie aussi plusieurs désavantages liés à l'emploi de cette méthode. Puisqu'il s'agit d'une approche descendante, elle ne permettrait pas d'analyser les raisons de la fluctuation des émissions due au transport de manière désagrégée (WRI et al., 2014) comme le permettraient les méthodes utilisant un *ASIF framework*. Elle ne permettrait pas de capturer tout le transport ayant lieu à l'intérieur du territoire comme le démontre la figure 3.2. Cette figure, traduite du GPC, sert à visualiser les déplacements comptabilisés et non comptabilisés selon la méthode employée. La figure montre que, si un véhicule est alimenté en carburant à l'extérieur du territoire, mais que celui traverse le territoire ou termine son trajet à l'intérieur, les ventes de carburant ne permettront pas de comptabiliser les émissions du véhicule (WRI et al., 2014). Elle démontre

aussi qu'il est impossible de distinguer si la consommation du carburant a eu lieu à l'intérieur (catégorie 1) du territoire à l'étude ou à l'extérieur des limites (catégorie 3).



**Figure 3.2 Couverture des émissions de GES du transport sur route selon la méthode de calcul employée (traduction libre de : WRI et al., 2014)**

La méthode de calcul de la modélisation est décrite comme étant « issue d'études de trafic et [utilisant] des taux moyens d'émissions issus d'études de caractérisation du parc de véhicules » (Gaudette-Boisvert, 2012). Ces études de trafic sont plus communément appelées enquêtes origines-destinations. L'emploi de cette méthode serait plutôt vu comme une approche de type ascendante.

Quant à la méthode de calcul du nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules, il est nécessaire « d'obtenir les types de véhicules, les types de carburants, le nombre de véhicules, le kilométrage annuel parcouru par véhicule et la consommation moyenne en litre par kilomètre » (Gaudette-Boisvert, 2012) pour calculer les émissions. Elle serait aussi vue comme une méthode ayant une approche ascendante.

Ces deux dernières méthodes décrites par Gaudette-Boisvert (2012) sont considérées par le GPC comme permettant de quantifier les émissions de trois manières différentes (voir la figure 3.2). Elles pourraient servir à quantifier les émissions issues de l'activité induite par une municipalité, donc autant les trajets

terminant, débutant ou entièrement réalisés à l'intérieur de la municipalité (WRI et al., 2014). Elles pourraient aussi quantifier les émissions du territoire, donc seulement celles ayant lieu à l'intérieur des limites de la municipalité (WRI et al., 2014). Enfin, elles pourraient servir à quantifier les émissions issues de l'activité des résidents de la municipalité seulement (WRI et al., 2014). Le quantificateur doit donc être conscient que les méthodes de calcul employées pour quantifier les émissions ont une incidence sur ce qui est comptabilisé ou non comptabilisé. De plus, la méthode employée influencera la possibilité de distinguer ou non les émissions de catégorie 1 et 3.

Il faut comprendre qu'aucune méthode n'est parfaite. C'est d'ailleurs ce que concluait Gaudette-Boisvert (2012) dans son essai. Toutefois, « il est possible de réduire les erreurs en utilisant plusieurs méthodes de façon simultanée pour effectuer les calculs associés aux activités » (Gaudette-Boisvert, 2012). De plus, il est peu probable que la quantification des émissions liées aux transports puisse reposer sur l'utilisation d'une seule de ces méthodes.

Au fil des années et des inventaires réalisés, les municipalités ont tendance à progresser vers des méthodes qui se rapprochent de plus en plus de l'approche ascendante plutôt que descendante (WRI et al., 2014). En fonction des données accessibles par le quantificateur, la transition peut s'effectuer à une vitesse variable d'un mode de transport à l'autre. À titre d'exemple, l'annexe 7 présente les résultats par modes de transport pour la communauté métropolitaine de Montréal (CMM) en fonction de la méthode retenue et la méthode de validation lors de son inventaire 2006 (AECOM Tecscult inc., 2010). L'annexe permet de constater que des méthodes de calcul différentes ont été employées selon les modes de transports étudiés. Ainsi, la CMM a adapté sa manière de quantifier les émissions en fonction des informations disponibles. De plus, le GPC propose d'utiliser les deux approches pour valider les résultats (WRI et al., 2014), une pratique réalisée par la CMM dans ce même inventaire présenté à l'annexe 7.

L'essai de Gaudette-Boisvert (2012) est d'autant plus important qu'il fait ressortir les avantages et les inconvénients de chacune des méthodes dans un contexte québécois, en fonction du mode de transport et des caractéristiques du territoire à l'étude. Le tableau 3.5 distingue les avantages et les inconvénients, notamment ceux soulevés par Gaudette-Boisvert (2012) dans le tableau 4.3 de son essai. Plus de détails concernant la justification des propos mentionnés se retrouvent dans l'essai de Gaudette-Boisvert (2012).

**Tableau 3.5 Avantages et inconvénients des méthodes de quantification des émissions du transport routier au Québec (inspiré de : Gaudette-Boisvert, 2012)**

Méthode	Avantages	Inconvénients
<b>Prorata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considère le nombre de véhicules précis immatriculés sur le territoire à l'étude et provenant d'une source crédible, étant la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ);</li> <li>• Approprié pour les territoires de type MRC ou plus grand comme Laval et la communauté métropolitaine de Montréal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu adapté pour calculer les émissions des autobus, puisque l'efficacité du réseau varie d'une municipalité à l'autre;</li> <li>• Découpage territorial des données non standardisé;</li> <li>• Analyse limitée de l'efficacité des mesures de réduction mises en place, notamment celles de sensibilisation.</li> </ul>
<b>Vente de carburant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données précises sur la quantité de carburant acheté pour une flotte de véhicule;</li> <li>• Selon Wilmsen et Gesing (2016), il s'agit de la méthode la plus précise pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub>;</li> <li>• Approprié pour calculer les émissions des véhicules détenus par la municipalité si celle-ci détient son système de distribution;</li> <li>• Permet de suivre l'évolution de l'utilisation de nouveaux carburants moins émetteurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse limitée des liens de causalité entre la variation de la consommation de carburant et les différents facteurs, dont l'augmentation de l'utilisation;</li> <li>• Influence de l'emplacement géographique des stations-service;</li> <li>• Absence d'information sur l'âge des véhicules, ce qui influence les émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O;</li> <li>• Moins approprié pour calculer les émissions des véhicules de la collectivité;</li> <li>• Analyse limitée de l'efficacité des mesures de réduction mises en place, notamment celles de sensibilisation.</li> </ul>
<b>Modélisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode avec un potentiel de précision élevé pour connaître les émissions à l'intérieur du territoire (catégorie 1);</li> <li>• Permet de connaître les habitudes de déplacements sur le réseau routier du territoire;</li> <li>• Permet d'analyser l'impact d'une mesure étant mise en place visant à réduire la dépendance à l'automobile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité d'erreur accrue en lien avec l'utilisation du sondage, comme une erreur d'échantillonnage;</li> <li>• Possibilité d'écart d'exactitude important si des zones sont mal représentées dans le sondage;</li> <li>• Analyse limitée de l'efficacité des mesures de sensibilisation;</li> <li>• Plus complexe et plus coûteuse en temps et en argent;</li> <li>• Nécessite l'utilisation de logiciels de modélisation et de plusieurs données.</li> </ul>
<b>KPV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposé par le GIEC pour calculer les émissions des sources mobiles;</li> <li>• Fiabilité des données obtenues concernant les distances parcourues et le parc de véhicules.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complexité accrue due à l'obtention de données comme les types et le nombre de véhicules, les types de carburant et autres;</li> <li>• Ne permet pas de connaître la proportion des déplacements de catégorie 1 et 3;</li> <li>• L'unité de mesure étant une distance, elle ne considère pas les paramètres comme la vitesse et la signalisation;</li> <li>• Analyse limitée de l'efficacité des mesures de réduction mises en place, notamment celles de sensibilisation.</li> </ul>

### 3.2.2 Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises

La section précédente a permis de constater que plusieurs méthodes de calcul peuvent être employées selon les besoins de la municipalité qui réalise l'inventaire. La présente section se base sur les informations concernant les sources de données potentielles recueillies par Gabriel Poluga (2011) ainsi que celles recueillies durant les recherches pour le présent essai. Certaines des sources mentionnées dans l'essai de Poluga ont été mises à jour depuis sa publication en 2012. Le tableau suivant reprend donc la plus récente version des documents mentionnés par Poluga (2011). Parmi les sources de données présentées, seules les données de la SAAQ et de Kent marketing semblent être payantes. Bien que les tarifs exacts ne soient pas connus dans le cadre de l'essai, le coût d'acquisition des données peut influencer les décideurs lors du choix de la méthode.

**Tableau 3.6 Sources de données pour la quantification des émissions de GES reliées au sous-secteur du transport routier** (inspiré de : Poluga, 2011)

Données	Sources	Document
Ventes de carburant provinciales	Statistique Canada	Non précisé
Ventes de carburant régionales	Kent Marketing	Non précisé
Taux d'émission des véhicules par catégorie	Environnement Canada	Rapport d'inventaire national 1990-2017 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada
Émissions provinciales du secteur des transports	MELCC	Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990
Nombre de véhicules immatriculés au Québec par catégorie par MRC	SAAQ	Bilan accidents, parcs automobiles, permis de conduire pour l'année la plus récente
Consommation énergétique et émissions de GES	RNC	Efficacité énergétique pour les transports et carburants de remplacement
Habitudes de déplacements des personnes sur un territoire	Ministère des Transports du Québec	Enquêtes origines-destinations (la version la plus récente varie d'une région à l'autre)
Amélioration des méthodes de calcul	Chaire de recherche du Canada sur la mobilité des personnes	Diverses publications offertes au public

Si le quantificateur emploie la méthode de calcul du KPV, il doit détenir l'information concernant les KPV pour chacune des classes de véhicules identifiées. Les recherches ont permis d'identifier certaines sources

de données potentielles. Dans le cas de Saanich, la quantité de véhicules pour chacune des classes a été estimée selon une moyenne annuelle d'enregistrements sur le territoire (Stantec, 2018). Au Québec, l'information concernant les immatriculations est détenue par la SAAQ. Ceci implique que la municipalité doit d'abord demander à la SAAQ de lui faire parvenir ces informations pour qu'elles puissent être utilisées. Une fois celles-ci obtenues, en combinant les KPV au nombre de véhicules de chaque classe, le nombre total de kilomètres parcourus annuellement par chaque classe sur le territoire est déterminé. Le district de Saanich a ainsi basé son estimation des KPV par catégorie selon les KPV issus de l'enquête sur les véhicules au Canada réalisée en 2009 (Stantec, 2009) comme le démontre l'annexe 8. Cette dernière présente les valeurs de KPV et celles de l'efficacité des carburants employés par le district de Saanich dans son inventaire de 2018. Cependant, l'inventaire révèle aussi que le district jugeait que les KPV issus de l'enquête étaient surestimés. Pour y remédier, les KPV de chaque catégorie de véhicule ont été revus à la baisse à l'aide des données issues d'une enquête origine-destination de la région réalisée en 2017 (Stantec, 2018).

Malgré les sources de données qui font partie de cette liste, le calcul des émissions de ce secteur demande un effort considérable au quantificateur et les plus petites municipalités ont difficilement accès aux mêmes données que les grands centres urbains du Québec. Ce faisant, plusieurs méthodes sont accessibles pour permettre à chaque municipalité de calculer les émissions de ce secteur. Plusieurs logiciels aidant à la quantification sont aussi présentés dans l'essai de Poluga (2011), mais compte tenu des limites et de l'objectif principal du présent essai, il n'y aura pas d'attention portée à ceux-ci. Une analyse approfondie de ces logiciels pourrait être intéressante dans le cadre d'un futur travail de recherche. De plus, il sera intéressant de lire l'étude réalisée par la Chaire de recherche du Canada sur la mobilité des personnes de l'École Polytechnique de Montréal pour le compte de la Ville de Laval une fois qu'elle sera rendue publique. Ce plan intégré sera le principal levier de la ville afin de réduire les émissions de GES reliées au transport dans les prochaines années (Salon des TEQ, s. d.). L'étude apportera peut-être certains éclaircissements quant à la méthode de quantification à prioriser dans l'optique d'améliorer la mobilité durable d'un territoire.

Pour l'instant, ce qui est certain, c'est que Laval utilise depuis peu la plateforme EIE élaborée par Google. Pour le transport, Google estime les déplacements routiers annuels par mode de transport et le KPV pour tous les déplacements dans une ville (Google, s. d.a). Les avantages de cet outil pour quantifier les émissions du secteur des transports sont nombreux. Tout d'abord, les données sont basées sur des observations en continu plutôt que sur des observations ponctuelles et dispersées dans le temps, ce qui accroît la fiabilité des données (Steinhoff et al., 2019). Ensuite, les données de Google permettent de calculer les distances parcourues par un plus grand nombre de modes de transport en intégrant les distances parcourues à vélo et à pied (Steinhoff et al., 2019). Ce faisant, l'outil permet à la municipalité de bénéficier de données presque identiques à celles obtenues à l'aide d'une modélisation du trafic, mais sans les coûts associés (Van

Groenou, 2019). Il permet même de distinguer les émissions de catégorie 1 et de catégorie 3 comme le démontre la figure 3.3. L’outil estime séparément les émissions de GES selon trois types de voyages, soit *inbound*, ou les voyages qui débutent à l’extérieur des frontières et se terminent à l’intérieur, *in-boundary*, ou ceux entièrement à l’intérieur des frontières, et *outbound*, ou ceux débutant à l’intérieur des frontières et se terminant à l’extérieur.



**Figure 3.3 Représentation visuelle des émissions de GES liées au transport par catégorie selon la plateforme EIE pour le territoire de Laval (tiré de : Google, s. d.c)**

De la même façon que pour les émissions des bâtiments, l’outil combine les données KPV de Google à l’outil CURB pour calculer les émissions du transport (Google, s. d.a). Ce dernier offre des spécifications par région sur les types de carburants utilisés (essence, diesel) et l’efficacité moyenne des véhicules (Google, s. d.a).

Pour l’instant, il ne semble pas possible d’utiliser uniquement l’EIE pour quantifier les émissions de GES et respecter le GPC (Steinhoff et al., 2019). Cependant, il peut être très pertinent comme source de données initiales pour les municipalités. De plus, l’outil présente les données de manière désagrégée et facilite leur extraction directement en ligne.

De la même manière que pour les émissions du secteur ICI, le GPC offre des recommandations sans toutefois exiger une manière de quantifier les émissions. En l’absence de données permettant de modéliser le transport ou de données sur le KPV, la municipalité pourrait opter pour la méthode des ventes de

carburants et tout de même réaliser un inventaire conforme au GPC. Finalement, le choix dépend des informations accessibles, de leur qualité, du temps disponible, des moyens financiers et, surtout, de l'objectif de l'inventaire (WRI et al., 2014). L'essai a présenté les avantages et inconvénients, sans toutefois chercher à statuer sur une méthode supérieure aux autres. Finalement la méthode de calcul doit être adaptée au contexte de la municipalité.

### 3.3 Émissions du secteur procédés industriels et utilisation de produits

Une fois de plus, il importe de rappeler au lecteur ce à quoi font référence les émissions du secteur PIUP et les différentes catégories d'émission. Le tableau 3.7 reprend la section sur les procédés industriels et l'utilisation de produits du secteur PIUP du tableau synthèse 2.3.

**Tableau 3.7 Catégorisation des émissions du secteur PIUP selon le GPC**

Sous-secteurs PIUP	Catégorie d'émission	GPC	CM1	PPC
<b>Procédés industriels</b> <i>Les émissions dues à des processus industriels comme la production et l'utilisation de produits minéraux, de produits chimiques, de métaux et autres. Les émissions proviennent principalement de la transformation chimique ou physique des matériaux.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues aux procédés industriels à l'intérieur des limites du territoire.</i>			
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>			
	<b>Autre catégorie 3</b>			
<b>Utilisation de produits</b> <i>Toutes les émissions dues à l'utilisation de produits non destinés à la production énergétique comme celle de solvants et de carburant, les produits utilisés dans l'industrie de l'électronique et les substituts aux substances appauvrissant la couche d'ozone.</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à l'utilisation de produits à l'intérieur des limites du territoire.</i>			
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires.</i>			
	<b>Autre catégorie 3</b>			

#### Légende

Source supplémentaire requise pour les rapports d'inventaire BASIC+	
Autre catégorie 3, non couverte par le GPC	
Émissions non applicables	
Source exigée par le protocole (CM1 ou PPC), mais seulement pour l'inventaire de l'AM	
Source non exigée par le protocole (GPC, CM1 ou PPC)	
Source non spécifiée par le protocole (CM1 ou PPC), mais potentiellement quantifiée	

Comme abordé précédemment, les émissions liées aux procédés industriels ne sont pas négligeables au Québec. Selon l'inventaire 2017, celles-ci représentaient 52,6 % des émissions industrielles de la province,



soit 12,6 Mt CO<sub>2</sub> éq durant l'année (MELCC, 2019c). Toujours selon l'inventaire, les trois sources d'émissions par ordre d'importance contenues dans ce sous-secteur sont les suivantes :

- « Les émissions de procédé des alumineries et des usines d'extraction de magnésium;
- Les émissions de la sidérurgie, des fonderies de fonte et d'acier et des usines de bouletage de minerai de fer ;
- Les émissions de procédé des cimenteries et des usines de chaux » (MELCC, 2019c).

Ensemble, ces sources représentent 73,3 % du total du sous-secteur des procédés industriels (MELCC, 2019c).

Les émissions de la catégorie 1 du secteur PIUP doivent seulement être comptabilisées pour atteindre le niveau BASIC+ du GPC. Concernant les procédés industriels, il faut bien entendu qu'une entreprise de type industrielle soit localisée sur le territoire pour que la quantification soit pertinente. Lorsque c'est le cas, les émissions de catégorie 1 correspondent aux émissions directes provenant des procédés industriels à l'intérieur des frontières du territoire (WRI et al., 2014). Généralement, les sources d'émissions de ce secteur proviennent des réactions chimiques et physiques nécessaires à la transformation des matériaux. Ces émissions ne doivent pas inclure celles provenant de l'utilisation d'énergie nécessaire au bâtiment puisqu'elles sont déjà comptabilisées au sein du sous-secteur industriel des énergies stationnaires. La comparaison dans le temps de ces émissions peut être complexe puisqu'elles étaient auparavant comptabilisées dans le secteur de l'énergie stationnaire en tant que combustion (MELCC, 2019c). Cela étant dit, si les émissions reliées à la combustion proviennent de la matière première ou de la chaleur dégagée lors d'une réaction chimique, celles-ci devraient faire partie de la catégorie 1 du sous-secteur PIUP (WRI et al., 2014).

Il existe donc un certain niveau de complexité associé à la comptabilisation des émissions de catégorie 1 du secteur PIUP. Néanmoins, elles sont aussi à considérer dans la comptabilisation du total des émissions du territoire de manière exhaustive, qui fait la somme des émissions de catégorie 1 de tous les secteurs. La comptabilisation de ces émissions s'intègre donc parfaitement dans une optique d'agrégation des inventaires municipaux pour calculer les émissions provinciales.

Compte tenu du contrôle limité qu'une municipalité peut avoir sur la réduction des émissions liées aux procédés industriels des entreprises sur son territoire, l'intérêt de les quantifier doit faire l'objet d'une réflexion de la part de la municipalité.

### **3.3.1 Méthodes de calcul des émissions de catégorie 1 des procédés industriels**

La méthode de calcul des émissions de catégorie 1 des procédés industriels dépend du procédé industriel à l'étude, ce qui est tout à fait logique. Le chapitre 9 du GPC offre plusieurs exemples de calculs d'émissions

pour la production des produits les plus courants. L'annexe 9 présente la liste des méthodes de calcul des émissions reliées à la production de métaux suggérée par le GPC. Pour les quantificateurs qui souhaitent s'inspirer de modèles de calcul existants, le WRI et WBCSD (s. d.b) offrent publiquement et gratuitement des outils de calcul pour les émissions spécifiques à différents secteurs industriels. Par exemple, un outil de calcul a été développé pour calculer les émissions liées à la production d'aluminium (WRI et WBCSD, s. d.b). L'utilisation de ces outils de calcul demande néanmoins des connaissances techniques spécifiques aux procédés industriels pour lesquels les émissions sont quantifiées. Pour obtenir plus de détails sur les méthodes de calcul utilisées au Canada, l'inventaire national représente aussi une source d'information intéressante. Par exemple, pour comptabiliser les émissions provenant de la production d'aluminium, l'inventaire national obtient ses données de l'Association de l'aluminium du Canada.

Or, une municipalité n'a pas accès aux mêmes données que le gouvernement fédéral ou provincial. Par exemple, dans sa forme la plus simplifiée, pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la production de ciment d'une entreprise, le quantificateur aura besoin de multiplier le poids total de clinker produit par le facteur d'émission unitaire de production du clinker (WRI et al., 2014). C'est donc dire que le quantificateur doit avoir accès à certaines informations privées de l'entreprise qui produit le ciment. À moins qu'il ne s'agisse d'une entreprise assujettie au *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA), les informations nécessaires au calcul des émissions de catégorie 1 d'un procédé industriel provenant d'une entreprise privée ne sont pas systématiquement divulguées. Selon le registre tenu par le MELCC, durant l'année 2018, ce règlement s'appliquait à 249 entreprises sur le territoire québécois (MELCC, 2019d). La municipalité pourrait ainsi avoir le réflexe de vérifier si une ou plusieurs entreprises de son territoire se trouvent répertoriées dans ce registre. Cela voudrait dire que l'entreprise a déjà réalisé l'exercice de quantifier ses émissions, donc une source d'information potentielle pour la municipalité. Le GPC recommande de contacter directement les opérateurs des différentes industries du territoire pour obtenir des données d'activité réelles. Sans trop s'avancer sur le sujet, obtenir des informations précises sur les procédés industriels d'une entreprise n'est pas une mince tâche pour une municipalité. Des enjeux importants de confidentialité pourraient justifier la réticence des entreprises à partager ce type d'information. D'ailleurs, ni la Ville de Sherbrooke ni le district de Saanich ne quantifient les émissions liées aux procédés industriels. De son côté, le plus récent inventaire pour l'agglomération de Montréal quantifie ces émissions, sans toutefois fournir beaucoup d'explication quant à la méthode employée. De manière très générale, l'agglomération dit avoir estimé ces émissions à partir de celles compilées dans le cadre de l'inventaire provincial (Ville de Montréal, 2019), mais sans détailler la méthode de calcul. Plus de détails pourraient éventuellement être obtenus auprès de l'entité responsable de quantifier les émissions de ce secteur pour l'agglomération.

### **3.3.2 Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises**

Outre cet aspect, le guide de quantification des émissions de GES du MELCC (2019 b) s'avère être la source de documentation la plus importante pour connaître les méthodes de quantification des émissions des différents procédés industriels. Les secteurs industriels prédominants diffèrent d'une municipalité à l'autre et les sources de données potentielles varient largement d'une industrie à l'autre. C'est pourquoi l'essai ne dresse pas de liste des sources potentielles de données comme dans les sections précédentes.

### **3.3.3 Méthodes de calcul des émissions de catégorie 1 pour l'utilisation de produits**

Pour les sources d'émissions provenant de l'utilisation des produits, encore une fois, la quantification peut s'avérer plus ardue à estimer. Les sources d'émissions de GES liées à l'utilisation de produits peuvent être très variées comme le démontre l'une des catégories décrites dans l'inventaire canadien, soit les produits non énergétiques issus des combustibles et de l'utilisation de solvants (ECCC, 2019). De son côté, le GPC cible les types de combustibles qui mériteraient une attention particulière :

- Les lubrifiants utilisés au sein des industries et pour le transport;
- Les cires de paraffine qui peuvent être utilisées dans la confection de chandelles et plusieurs types d'emballages;
- Le bitume et les diluants pétroliers utilisés dans la production d'asphalte et le pavage;
- Le kérosène et les autres produits semblables employés comme solvants pour les revêtements de surface. (WRI et al., 2014)

La Ville de Sherbrooke quantifie ces émissions dans son dernier inventaire, mais l'inventaire n'offre pas de détails quant à la méthode employée. Pour y arriver, le district de Saanich a estimé ses données d'activité à partir d'une moyenne d'émissions par habitant. Il a basé son calcul sur les émissions de GES liées à l'utilisation de produits pour la province de Colombie-Britannique calculées par Environnement et Changement climatique Canada dans son inventaire national de 2017 pour obtenir une émission moyenne par habitant (Stantec, 2018). Il a ensuite multiplié cette moyenne par le nombre d'habitants du district (Stantec, 2018). L'utilisation d'une telle méthode de calcul amène cependant un niveau d'incertitude plus élevé concernant les chiffres avancés. La municipalité doit être consciente des limites liées aux différentes méthodes de calcul des émissions de ce secteur.

### **3.4 Émissions du secteur agriculture, foresterie et autres utilisations des terres**

Pour la même raison que dans les sections précédentes, le tableau 3.8 reprend la section du sous-secteur de la production animale du tableau synthèse 2.3.

**Tableau 3.8 Catégorisation des émissions du sous-secteur de la production animale selon le GPC**

Sous-secteurs AFAT	Catégorie d'émission	GPC	CM1	PPC
<b>Production animale</b> <i>Les émissions dues à la production animale. Principalement, elles proviennent de la fermentation entérique (CH<sub>4</sub>) et la gestion du fumier (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O).</i>	<b>Catégorie 1</b> <i>Émissions dues à la production animale à l'intérieur des limites du territoire.</i>			
	<b>Catégorie 2</b> <i>Émissions non applicables, puisque répertoriées dans la catégorie 2 du secteur des énergies stationnaires ou du secteur des transports.</i>			
	<b>Autre catégorie 3</b>			

**Légende**

- Source supplémentaire requise pour les rapports d'inventaire BASIC+
- Autre catégorie 3, non couverte par le GPC
- Émissions non applicables
- Source non exigée par le protocole (GPC, CM1 ou PPC)
- Source non spécifiée par le protocole (CM1 ou PPC), mais potentiellement quantifiée

Le calcul des émissions du secteur AFAT n'est pas exigé dans le cadre d'un inventaire BASIC du GPC. Cependant, il peut être très pertinent pour une municipalité de s'attarder à quantifier ce secteur, puisque les émissions peuvent être considérables. C'est d'ailleurs le constat fait par la Ville de Sherbrooke, pour laquelle les émissions de catégorie 1 de la production animale se dressent au quatrième rang des sources d'émissions. Ceci est principalement causé par la fermentation entérique comme le démontre le tableau 4.2 qui présente le sommaire des émissions de GES de la collectivité de Sherbrooke en 2016.

Comme démontré à l'aide du tableau 2.3, le secteur AFAT se divise en trois sous-secteurs, soit la production animale, l'utilisation et le changement d'utilisation des terres et l'agrégation des autres sources liées à l'utilisation des terres (excluant le CO<sub>2</sub>). Pour l'atteinte du BASIC+, le GPC demande de calculer ces émissions de la catégorie 1. Selon l'inventaire 2017, au Québec, ces émissions provenaient principalement de la fermentation entérique de la production animale (37,3 %), de la gestion des sols agricoles (31 %) ainsi que de la gestion du fumier de la production animale (26,6 %) (MELCC, 2019c). L'ensemble des émissions du secteur totalisait 7,7 Mt éq CO<sub>2</sub>, soit 9,8 % du total de l'ensemble du Québec (MELCC, 2019c).

Le GPC décrit le secteur AFAT comme l'un des plus difficilement quantifiables. De plus, l'importance de la quantification de ce secteur dépend de l'utilisation des terres à l'intérieur des frontières de la municipalité. Certains organismes pourraient juger, à raison ou à tort, que les émissions de ce secteur seraient négligeables et peu pertinentes selon l'importance de l'activité agricole sur leur territoire (WRI et al., 2014).

### **3.4.1 Méthodes de calcul des émissions de catégorie 1 pour la production animale**

Les émissions provenant de la fermentation entérique, principalement la production de méthane d'origine digestive, peuvent être calculées de manière simplifiée en quantifiant le nombre d'animaux de chaque type, puis en multipliant les chiffres obtenus par les facteurs d'émissions spécifiques aux types d'animaux (WRI et al., 2014). D'autres variables peuvent aussi être considérées afin d'améliorer la précision des émissions. Par exemple, l'âge de l'animal (MELCC, 2019c) et le type d'alimentation (Beauregard, 2016) influenceront aussi le facteur d'émission à employer. En effet, le mémoire d'Amélie Beauregard (2016), concernant les techniques de réduction de la production de méthane d'origine digestive chez la vache laitière, a permis de démontrer que l'ajout d'un supplément de graines de lin extrudées au régime de base permettait de réduire les émissions de CH<sub>4</sub> provenant de la digestion.

Comme le mentionne l'inventaire québécois, les émissions provenant de la gestion du fumier dépendent de « la méthode de gestion, des propriétés du fumier, des espèces animales et du nombre d'animaux » (MELCC, 2019c). Les émanations de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O sont les principales sources ciblées par la gestion du fumier. Ces variables sont donc propres à chaque producteur agricole. Le GPC offre une description détaillée des variables qui doivent être considérées par le quantificateur.

Les émissions provenant de l'utilisation et du changement d'utilisation des terres sont divisées en six catégories selon le protocole GPC, conformément aux lignes directrices du GIEC. Il s'agit des terres forestières, des terres cultivées, des prairies, des zones humides, des tassements et des autres sols (ISO, 2018). Quatre de ces catégories sont reliées au secteur AFAT, soit les terres forestières, les terres cultivées, les prairies et les zones humides (WRI et al., 2014). Il importe donc d'obtenir les données d'activité, soit la superficie totale de chacune des catégories de terres à l'intérieur du territoire. Ce type de données peut être obtenu à l'aide des informations sur le type de zonage et les plans d'urbanisme du territoire (WRI et al., 2014). Pour les émissions reliées à la gestion des sols agricoles, l'inventaire québécois ne considère que les émissions de N<sub>2</sub>O (MELCC, 2019c). La principale source d'émission directe de ce sous-secteur est l'épandage d'engrais, plus précisément, les engrais azotés répandus par les agriculteurs (MELCC, 2019c).

### **3.4.2 Sources de données potentielles pour les municipalités québécoises**

L'inventaire du district du Saanich offre une base de référence intéressante pour les organismes municipaux qui désirent quantifier les émissions de ce secteur. En effet, le district de Saanich a utilisé Holos version 3.1, « un logiciel de modélisation agricole intégré qui évalue les émissions de GES en fonction des renseignements saisis pour une exploitation agricole donnée » (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2020), pour connaître les facteurs d'émissions lors de son inventaire. Ce logiciel, disponible sans frais, permet d'obtenir le total des émissions et de réduire le niveau d'incertitude. De plus, il permet d'adapter les résultats aux pratiques agricoles spécifiques à une région canadienne. Il est donc possible de segmenter les

émissions provenant de la « fermentation entérique et de l'utilisation du fumier, des systèmes de culture et de la consommation d'énergie » (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2020). De plus, en spécifiant la région du territoire, le logiciel prend en considération certaines variables comme le type de sol et le type de précipitation annuelle (Stantec, 2018). Cependant, il faut aussi connaître les données d'activité du territoire. Pour obtenir ces données d'activité, le district de Saanich s'est basé sur les données du recensement de l'agriculture 2016 rendues accessibles par Statistique Canada (Stantec, 2018). Aussi, l'annexe 10 présente les différents facteurs d'émissions employés par le district de Saanich selon la catégorie de terre.

L'inventaire canadien 2017, se basant sur les exigences du GIEC, offre aussi une référence prioritaire quant aux méthodes de quantification à employer (ECCC, 2019), et ce, pour chaque secteur d'émission. Cet inventaire décrit exhaustivement la méthodologie employée, le degré d'incertitude relié à chaque calcul ainsi que les méthodes de contrôle de qualité des données.

Bien entendu, la quantification de ces sources d'émissions supplémentaires demande du temps aux quantificateurs et de l'argent à la municipalité. Cependant, elle a aussi le potentiel d'améliorer la mise en œuvre des actions visant à réduire les GES sur le territoire.

#### **4. EXEMPLE D'UN ORGANISME EN TRANSITION DE PROTOCOLE D'INVENTAIRE : LE CAS DE LA VILLE DE SHERBROOKE**

Ce quatrième chapitre ne pouvait être réalisé sans avoir complété les trois chapitres précédents. Pour analyser le portrait des inventaires et des plans d'atténuation d'organismes municipaux québécois, il faut d'abord comprendre ce qui a incité les organismes à déployer des efforts de réduction de leurs émissions de GES et la structure qui s'est formée au cours des dernières années.

Tel que mentionné précédemment, la période du début des années 2010 à aujourd'hui a été marquée par de nombreux inventaires et plans d'atténuation, surtout dans le cadre du programme Climat municipalités. Puisqu'il s'agissait d'un programme de financement visant à inciter les organismes municipaux à quantifier leurs émissions de GES, puis à élaborer un plan d'atténuation, près de 300 de ces documents ont vu le jour. Dans un effort plus soutenu, le FCM et ICLEI Canada ont mis sur pied un programme visant aussi à inciter les organismes municipaux à travers le pays à réduire leurs émissions de GES. Si des centaines d'organismes au Québec ont participé à CM1, beaucoup moins nombreux sont ceux qui ont adhéré à PPC. L'une des raisons principales est sans doute que l'adhésion des municipalités au programme CM1 s'accompagnait automatiquement d'un financement lorsque la candidature était retenue. En adhérant à PPC, la réalisation des différentes étapes n'est pas toujours accompagnée d'une source de financement. Comme le mentionnait Charles Leclerc lors d'une conversation, le nombre d'adhérents à PPC est influencé par la disponibilité du financement, qui fluctue dans le temps (C. Leclerc, conversation téléphonique, 19 février 2020). Celui-ci donnait l'exemple de l'année 2018. Durant cette année-là, les municipalités ont eu accès au programme Municipalités pour l'innovation climatique, ce qui a fait augmenter le nombre d'adhérents à PPC (C. Leclerc, conversation téléphonique, 19 février 2020). Néanmoins, en l'absence d'une structure d'accompagnement des organismes par le gouvernement provincial pour la mise en œuvre de leur plan d'atténuation à la suite de CM1, de plus en plus de ces organismes adhèrent à PPC. Ce chapitre effectue le portrait de la Ville de Sherbrooke, qui a déjà réalisé au moins un inventaire et élaboré un plan d'atténuation, soit dans le cadre de CM1 ou de PPC.

Le cas de Sherbrooke a été choisi car il permet d'identifier les enjeux auxquels d'autres municipalités pourraient faire face lorsqu'elles mettront à jour leur inventaire et leur plan d'atténuation. De plus, il apparaît intéressant d'analyser l'inventaire et le plan d'atténuation d'une municipalité de plus de 100 000 habitants. Faisant suite à la comparaison entre les programmes CM1 et PPC, il apparaît aussi intéressant d'analyser une municipalité ayant vécu la transition d'un programme à l'autre. De plus, compte tenu de l'importance accordée au protocole GPC dans le deuxième chapitre, il apparaît important d'analyser une municipalité ayant réalisé un inventaire qui respecte les exigences de niveau BASIC de ce protocole.

Afin d'offrir au lecteur une ligne directrice temporelle, le chapitre s'attarde au plan d'atténuation 2010-2015 dans un premier temps. L'analyse du plan d'atténuation et des mesures mises en place sert à comprendre l'impact de l'application du protocole d'inventaire issu de CM1 sur les étapes suivant la réalisation de l'inventaire. Dans un deuxième temps, le chapitre s'attarde à la mise à jour 2016 de l'inventaire qui a été réalisé à l'aide du GPC en tant que membre du programme PPC. L'analyse de cette mise à jour permet de comprendre l'impact de la transition d'un protocole à l'autre sur la portée des émissions quantifiées et sur la comparaison des émissions dans le temps. Il est aussi important de se rappeler que, pour les mêmes raisons que celles exprimées au chapitre 2, l'accent est mis sur l'analyse de l'inventaire de la collectivité et les mesures de réduction qui s'y rattachent.

#### **4.1 Évolution de la quantification des GES par la Ville de Sherbrooke**

Sherbrooke fait partie des dix villes les plus peuplées du Québec. En fait, selon les chiffres de 2017, la ville siège au sixième rang (Institut de la statistique du Québec [ISQ], 2018), en comptant plus de 166 863 habitants. L'inventaire des émissions de GES qu'elle met régulièrement à jour et le plan d'atténuation mis en œuvre touchent donc un nombre important d'habitants. Elle répond ainsi à un des critères de l'essai, soit celui d'analyser une municipalité de plus de 100 000 habitants.

En 2007, la Ville produisait pour la première fois son inventaire des émissions de GES. Cependant, trois ans plus tard, dans le cadre du programme CM1, la Ville de Sherbrooke réalisait à nouveau son inventaire de GES. Cet inventaire fait désormais office d'inventaire de référence pour Sherbrooke. En obtenant cette subvention, la Ville s'est aussi dotée d'un plan d'action local visant la réduction des émissions de GES de 2010 à 2015, ainsi que d'un plan d'adaptation aux changements climatiques (Ville de Sherbrooke et Environnement, 2012). Depuis, elle a réalisé une première mise à jour en 2013, toujours selon les balises de CM1. Elle a aussi réalisé une deuxième mise à jour de son inventaire en 2016 (Ville de Sherbrooke et Environnement, 2018). Cette dernière mise à jour fait suite à l'adhésion de la Ville au programme PPC du FCM et respecte les exigences d'un inventaire de niveau BASIC selon le protocole GPC (Ville de Sherbrooke et al., 2018). La Ville remplit ainsi le deuxième et troisième critère, soit celui d'avoir fait le passage du programme CM1 au programme PPC et celui d'avoir respecté les exigences du protocole GPC.

#### **4.2 Portrait global du plan d'atténuation local des émissions de GES 2010 — 2015**

La Ville de Sherbrooke procède actuellement à l'élaboration de son tout nouveau plan d'atténuation local pour la période de 2019 à 2030. Celui-ci sera issu d'un inventaire réalisé selon le GPC et en tant que membre au programme PPC. Malheureusement, à la date de remise du présent essai, le plan n'est toujours pas accessible au public. Le plan d'atténuation analysé est celui élaboré pour la période de 2010 à 2015 et issu du programme CM1. Il est donc possible, à l'aide de la mise à jour de l'inventaire en 2016 et du suivi du



plan d'atténuation de 2019, de constater les réductions qui ont résulté des mesures mises en œuvre dans le cadre de ce plan.

#### **4.2.1 Objectif de réduction**

D'entrée de jeu, il est important de souligner que l'objectif de réduction de ce plan d'atténuation était d'abaisser les GES de 5 % par rapport aux émissions de 2009, et ce, avant 2015 (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). L'objectif initial était une réduction de 7,4 %, mais celui-ci reposait sur la réalisation du projet d'usine de biométhanisation avant 2015, ce qui n'a pas été le cas. Ce projet, d'une valeur de plus de 100 M\$, aurait pu mener à une réduction des émissions annuelles de près de 11 000 t CO<sub>2</sub> éq (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Ayant enregistré une réduction totale des émissions de GES de 2,6 % au terme du plan, la Ville n'a pas atteint l'objectif général qu'elle s'était fixée. Durant la période de 2011 à 2016, la région de Sherbrooke a connu un taux de croissance démographique annuel moyen de 0,74 % (ISQ, 2019). La baisse du taux d'émissions par habitant est donc plus importante, soit de 9,6 % par rapport à 2009 pour des émissions comparables (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Au total, ce plan d'atténuation visait la mise en place de 28 nouvelles mesures s'additionnant aux 33 mesures déjà mises en œuvre au moment de l'élaboration du plan (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012).

#### **4.2.2 Orientation stratégique des réductions**

La majorité des efforts de réduction provenant des 28 mesures était concentrée autour des secteurs des MR, à 64 %, et des transports de la collectivité, à 32 % (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Le rapport de la Ville classait aussi les efforts de réduction des émissions par type d'action. Ainsi, la sensibilisation et les changements d'équipements et d'infrastructures devaient respectivement être responsables de 37 %, 36 % et 24 % des réductions d'émissions durant la période de 2010 à 2015 (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012).

Plusieurs questions émanent de ces statistiques. Est-ce que les efforts de réduction auraient été segmentés autrement si l'inventaire précédant l'élaboration de ce plan avait été réalisé selon le protocole GPC? Compte tenu du chapitre 2, il est possible de croire que oui, puisqu'un inventaire basé sur le GPC a une portée plus vaste concernant les émissions qu'un inventaire basé sur le protocole de CM1. De plus, comment était-il possible de faire le suivi et de quantifier la réduction des émissions provenant des mesures de sensibilisation? À priori, il est possible de croire que les hypothèses émises pour calculer la réduction des émissions provenant de ces mesures augmentent l'incertitude du résultat final. C'est d'ailleurs ce qui est constaté à la section 4.2.3.

### 4.2.3 Synthèse des actions de la collectivité provenant des secteurs des matières résiduelles et du transport

Cette synthèse des actions de réduction des émissions de la collectivité ne vise que les mesures des secteurs des MR et du transport. Ce choix est justifié par plusieurs raisons. D’abord, il s’agit des deux secteurs les plus visés par les réductions potentielles. Ensuite, les résultats présentés dans la section sur le portrait de l’inventaire permettent de constater que les mesures de réduction du secteur des MR n’ont pas atteint les résultats attendus. De leur côté, les mesures liées au transport de la collectivité représentent la majorité des réductions enregistrées jusqu’à la mise à jour de 2016, ce qui est logique vu l’importance des émissions provenant de ce secteur. Le tableau 4.1 dresse la liste des actions contenues dans le plan d’atténuation 2010-2015 pour ces deux secteurs, les réductions qui étaient projetées entre 2010 et 2015 ainsi que la valeur actuelle nette (VAN) de ces mesures.

Le calcul de la VAN n’est pas un élément qui se trouve dans tous les plans d’atténuation locaux. S’il peut être pertinent d’inclure ce type de calcul dans les plans pour analyser la faisabilité économique d’une mesure, il faut toutefois être conscient de ses limites. Une brève introduction à la VAN et ses limites est présentée à l’annexe 11. L’annexe aborde aussi le potentiel d’intégration de la VAN dans le plan d’atténuation et dans un contexte de relance économique.

**Tableau 4.1 Synthèse des actions de la collectivité du secteur des matières résiduelles et du secteur du transport de la Ville de Sherbrooke** (inspiré de : Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012)

#	Actions	Réduction annuelle de GES projetée (t CO <sub>2</sub> éq/an)	Valeur actuelle-nette (période 2010-2015) (\$)
<b>Matières résiduelles</b>			
45	Récupération des matières organiques pour les multi-logements (cinq unités et plus)	337,1	-732 491 \$
46	Réduction de la fréquence de collecte des matières résiduelles (bacs noirs)	583,2	1 252 770 \$
47	Réduction du nombre de collectes d'encombrants, de bois et de feuilles	4,2	9 017 \$
48	Transport des matières résiduelles vers Bury et non plus vers St-Étienne-des-Grès	378,5	Inconnue
49	Optimisation (maintien du taux de captage de 2010 en 2015)	14 859	Inconnue
50	Évaluation de la possibilité d'installer un site de biométhanisation	10 667,7	-90 113 100 \$

**Tableau 4.1 Synthèse des actions de la collectivité du secteur des matières résiduelles et du secteur du transport de la Ville de Sherbrooke (suite)**

#	Actions	Réduction annuelle de GES projetée (t CO <sub>2</sub> éq/an)	Valeur actuelle-nette (période 2010-2015) (\$)
<b>Transport</b>			
51	Implantation d'une campagne incitative contre la marche au ralenti	12 690,3	60 000 \$
52	Améliorer l'offre et la qualité de service du transport en commun (révision de la desserte dans les zones périphériques, fréquence, conditions d'attente, informations, voyageurs, etc.)	167,2	Inconnue
53	Remplacer certains systèmes de ventilation des autobus par un système de ventilation variable à moteur électrique (adaptable selon le réchauffement du moteur)	129,2	-117 852 \$
54	Remplacer des autobus par des véhicules hybrides (selon le taux de renouvellement habituel)	103,3	204 472 \$
55	Aménagement de la voirie et des voies de circulation automobile pour intégrer les modes durables	Inconnue	Inconnue
56	Favoriser l'utilisation des modes durables en coordonnant les politiques de stationnement des différents acteurs, en mettant en place des stationnements incitatifs et en favorisant les véhicules moins polluants	Inconnue	Inconnue
57	Favoriser et promouvoir l'autopartage et le covoiturage sur le territoire	Inconnue	Inconnue
58	Favoriser l'utilisation des transports actifs sur le territoire	Inconnue	Inconnue

En jetant un premier coup d'œil au tableau 4.1, il est intéressant de constater que la moitié des mesures de réduction du secteur des transports n'est pas accompagnée d'une estimation de la baisse des émissions projetée. La quantification de la réduction étant absente, il était donc impossible pour la Ville de s'appuyer sur la mise en œuvre de ces mesures pour atteindre son objectif général de réduction.

Il semble souhaitable que les prochains objectifs de réduction des municipalités puissent être plus ambitieux que les précédents. Néanmoins, pour parvenir à réaliser des objectifs plus ambitieux, il faudra assurément développer une capacité accrue des municipalités à évaluer les réductions résultant des diverses mesures d'atténuation. Par exemple, ceci pourrait être réalisé en développant des indicateurs plus robustes que ceux proposés dans le passé.

## **Matières résiduelles**

Le tableau précédent démontre l'étendue des actions qui étaient ciblées par le plan d'atténuation pour les deux secteurs, mais aussi le potentiel de réduction d'émissions de GES associé à chacune d'elles. Concernant le secteur des MR, deux actions ressortaient comme étant les pièces maîtresses pour assurer les réductions liées au secteur. D'une part, l'action 49 visait l'optimisation ou le maintien du taux de captage sur le site d'enfouissement entre 2010 et 2015. D'autre part, l'action 50 visait l'installation d'un site de biométhanisation dont Valoris serait le responsable. Ces deux initiatives combinées avaient un potentiel de réduction de 25 536 tCO<sub>2</sub> éq/an (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012).

La mise à jour apportée par l'inventaire de 2016 démontre cependant une augmentation des émissions de GES provenant du secteur de l'enfouissement par rapport aux émissions de la mise à jour de 2012 (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). La collaboration de la Ville de Sherbrooke pour cet essai a permis de connaître l'avancement des mesures proposées par le Plan d'atténuation 2010-2015, en date de mars 2019. Ainsi, le résumé du *Suivi du Plan d'action visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre 2010-2015* (Ville de Sherbrooke, 2019) permet une comparaison entre les actions concrétisées et celles non concrétisées. Malheureusement, le document fourni par la Ville ne chiffre pas les réductions d'émissions associées à chacune des initiatives.

Selon le suivi du plan d'atténuation fourni par la Ville, les mesures 46, 47 et 48 se seraient toutes concrétisées. C'est donc dire qu'il y a eu une réduction de la fréquence de la collecte des MR. Selon le plan d'atténuation 2010 – 2015, les collectes enlevées par la municipalité ne devaient pas être remplacées par un autre type de collecte (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Selon leur expérience, malgré la réduction du nombre de collectes de feuilles mortes, les collectes maintenues avaient tout de même permis de collecter un tonnage semblable à la fin de l'année (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Le nombre de collectes annuelles d'encombrants, de bois et de feuilles a pu être réduit grâce à la suppression de la collecte d'automne des encombrants depuis 2013. La réduction des émissions de GES liée à cette mesure est donc seulement attribuable à la diminution de la consommation de carburants par les camions lors de la collecte (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Elle ne considère aucune autre variable, comme le tonnage collecté ou l'influence de la réduction du nombre de collectes sur la manière dont les habitants se départissent des matières. Enfin, depuis 2013, l'entreprise Valoris achemine les MR vers le lieu d'enfouissement technique de Bury plutôt que vers Saint-Étienne-des-Grès (Ville de Sherbrooke, 2019).

La Ville fondait beaucoup d'espoir de réduction des émissions de GES sur le projet du site de biométhanisation. Seulement, le projet mené de concert par la Ville de Sherbrooke et la MRC du Haut-Saint-François ne s'est toujours pas concrétisé à ce jour. Selon le suivi de la Ville, le projet, tel qu'il est conçu actuellement, n'est pas jugé économiquement viable (Ville de Sherbrooke, 2019). À elle seule, la

quantité de MR générées par la collecte sélective semble insuffisante. De nouvelles sources d'intrants devront s'ajouter pour améliorer la viabilité économique du projet (Ville de Sherbrooke, 2019). Pour l'instant, plusieurs enjeux, dont ceux mentionnés ci-haut, empêchent l'avancement du projet. Il faut se rappeler, qu'en date de 2017, seulement quatre usines de biométhanisation étaient en cours d'exploitation au Québec (Cyr, 2018). Les enjeux que vivent la municipalité et Valoris sont les mêmes que ceux vécus par la plupart des projets de biométhanisation au Québec. Plusieurs projets ont vu leur progression freinée ou ralentie et ont connu une révision à la hausse des estimations de coûts de construction au courant des dernières années. À titre d'exemple, en 2014, la Ville de Québec estimait les coûts de construction de l'usine à 124,5 M\$ (Néron, 2019). En 2019, le taux de change défavorable au Canada, le coût des matières premières et le coût de décontamination du sol faisaient passer les coûts de construction à 190 M\$ (Néron, 2019). De son côté, le projet de complexe de biométhanisation de Beauharnois a été suspendu à la suite de la période d'appels à proposition en 2018 (Bourbonnais, 2018). Au lieu des 71 M\$ initialement estimés pour la construction, le plus bas soumissionnaire avait évalué les coûts à 140 M\$ (Bourbonnais, 2018). Malgré la volonté des municipalités, il semble que des enjeux économiques et environnementaux nuisent régulièrement à la concrétisation de ces projets. Le cas de Sherbrooke n'est donc pas un cas isolé. Les enjeux débordent parfois du contrôle de la municipalité et les gouvernements supérieurs devraient aider à résoudre ces problématiques.

Quant à l'optimisation ou au maintien des performances des puits de captage de CH<sub>4</sub>, il est intéressant de remarquer que, malgré les efforts pour remplacer régulièrement certains puits, la municipalité doit essuyer une perte d'efficacité du système de captage de CH<sub>4</sub> au lieu d'enfouissement (Ville de Sherbrooke, 2019). Comme l'indique la Ville dans sa mise à jour, « la capacité du système de captation du biogaz est loin de suivre le modèle théorique. La composition exacte des déchets enfouis ne correspond probablement pas au modèle du ministère de l'Environnement. Aussi, la quantité d'oxygène dans le système de captage des biogaz est trop élevée » (Ville de Sherbrooke, 2019).

Afin de mieux comprendre les variables pouvant altérer l'efficacité des systèmes de captage, il y a eu un échange de courriels avec l'expert en gestion des MR et compostage, Colin Jacob-Vaillancourt. Détenteur d'une maîtrise en génie civil, monsieur Jacob-Vaillancourt cumule plusieurs emplois dans le domaine, dont coordonnateur de recherche chez Gesterra et Gaudreau Environnement. Il agit maintenant à titre de coordonnateur de projet au Centre de transfert technologique en écologie industrielle. Selon lui, plusieurs variables peuvent affecter négativement l'efficacité du système de captage :

- Les conditions hivernales du Québec peuvent entraîner le gel des conduites et des têtes de puits;
- La compaction du lieu d'enfouissement peut entraîner des bris de conduites qui causent des apports en oxygène et l'arrêt d'une torchère;

- Les périodes de réparation lors des défaillances interrompent la captation du CH<sub>4</sub>;
- L'évolution du site d'enfouissement peut entraîner une variation du taux global de capture du CH<sub>4</sub>. Le taux de captage est supérieur dans les cellules fermées du lieu d'enfouissement. L'ouverture d'une nouvelle cellule en exploitation peut donc avoir un impact négatif sur le taux global;
- Finalement, une quantité de matières organiques plus élevée que prévue dans les déchets enfouis peut mener un équipement à atteindre sa capacité maximale plus rapidement. Alors que la mise à niveau des équipements est prévue selon une séquence stricte et dictée par les autorisations ministérielles, ceci peut occasionner l'échappement du surplus des gaz sans être brûlés. (C. Jacob-Vaillancourt, courriel, 2020)

L'essai n'ayant pas étudié en détail la méthode de quantification des émissions liées aux sites d'enfouissement, il sera pertinent de réévaluer la justesse du modèle du ministère de l'Environnement dans le futur. Pour l'instant, il est impossible d'affirmer que l'application du protocole GPC plutôt que celui de CM1 pourrait résoudre le problème d'estimation vécu par Sherbrooke. Les variables exposées par M. Jacob-Vaillancourt devraient aussi faire partie des considérations futures.

### **Transport de la collectivité**

Concernant les initiatives du secteur du transport, il faut d'abord souligner que le potentiel de réduction de plusieurs actions ne pouvait être quantifié au moment de l'élaboration du plan d'atténuation local. Ces actions ont par la suite été détaillées dans le plan de mobilité durable de Sherbrooke, mais le potentiel de réduction des émissions de GES n'a pas été calculé (Centre de mobilité durable de Sherbrooke, 2012). La majorité du potentiel de réduction estimé dans ce secteur était donc fondée sur l'action 51, visant à implanter une campagne incitative contre la marche au ralenti, dont le potentiel de réduction était de plus ou moins 13 000 t CO<sub>2</sub> éq/an. À première vue, il paraît difficile d'implanter un indicateur de performance permettant d'assurer l'exactitude des réductions en lien avec cette mesure incitative. La Ville appuyait son hypothèse de réduction sur celle de la Ville de Québec. Cette dernière émettait l'hypothèse que chaque titulaire de permis de conduire sur son territoire réduirait son temps de marche au ralenti de cinq minutes par jour après avoir appliqué la mesure. Compte tenu de l'hypothèse sur laquelle s'appuie l'évaluation des réductions potentielles et le type de mesure, l'essai considère que la marge d'erreur de l'estimation demeure élevée (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012).

Concernant les actions du secteur du transport de la collectivité, deux d'entre elles ont été concrétisées dans le cadre du plan d'atténuation 2010-2015 et plusieurs sont en voie de l'être.

En réponse à l'action 51, visant l'implantation d'une campagne incitative contre la marche au ralenti, la Ville a mis sur pied un règlement sur la marche au ralenti le 1<sup>er</sup> janvier 2013 (Ville de Sherbrooke, s. d.).

Sommairement, le règlement stipule que le moteur d'un véhicule soit coupé au-delà d'un délai de trois minutes en mode arrêt, sous peine d'avoir une amende (Ville de Sherbrooke, s. d.). À noter que la mesure prévoyait au départ l'installation de 102 panneaux sur tout le territoire pour assurer le succès de celle-ci (Ville de Sherbrooke et Enviro-access, 2012). Outre les deux panneaux mentionnés dans le rapport de suivi, les limites de l'essai n'ont pas permis de vérifier le nombre total de panneaux réellement installés. Selon le plan de surveillance du plan d'atténuation, pour suivre l'évolution de cette mesure, le taux de succès de la campagne en pourcentage devait être calculé annuellement par la division de l'environnement de la Ville (Ville de Sherbrooke et Enviro-access, 2012). Les informations accessibles dans le cadre de l'essai ne permettent pas de connaître le taux de succès réel.

D'autres mesures, aux résultats plus facilement quantifiables, se sont concrétisées. Certains systèmes de ventilation hydraulique des autobus ont été remplacés par des systèmes électriques, permettant une réduction moyenne de 15 % de la consommation de carburant dans ces autobus. Ces remplacements surviennent en réponse à la mesure 53 du plan d'atténuation 2010-2015. Résultant de la mesure 54, 28 autobus hybrides (représentant 32 % des kilomètres parcourus par les autobus) faisaient désormais partie de la flotte de véhicules de transport en commun, en date de mars 2019 (Ville de Sherbrooke, 2019).

La synthèse des mesures de réduction du secteur des transports permet de constater que le succès de la mise en œuvre d'un bon nombre de mesures ne pouvait pas reposer seulement sur les épaules des municipalités. Bien que la municipalité ait un rôle important à jouer, le changement de comportements des usagers de la route est un projet dont la responsabilité revient à plusieurs acteurs à l'échelle provinciale. Ainsi, il est difficile d'établir une corrélation entre le protocole d'inventaire de CM1 et l'évolution de GES observée d'un inventaire à l'autre. Cependant, le chapitre 2 a démontré que les propositions méthodologiques du GPC permettraient à la municipalité d'élaborer des mesures de réduction plus ciblées et grâce auxquelles il serait possible de suivre l'évolution des émissions en minimisant l'incertitude.

### **4.3 Portrait global de la mise à jour 2016 de l'inventaire**

La présente section analyse la dernière mise à jour de l'inventaire, réalisée en 2018 pour l'année 2016. Dans le cadre de cette mise à jour, quatre des sept GES visés par le protocole de Kyoto sont quantifiés (Ville de Sherbrooke et Enviro-access, 2018). Il s'agit du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub>, du N<sub>2</sub>O et des HFC (Ville de Sherbrooke et Enviro-access, 2018). Il faut se rappeler que le protocole canadien de PPC mentionne seulement le CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O. De son côté, le GPC recommande la considération des sept GES visés par Kyoto. Il serait intéressant de connaître les raisons justifiant l'exclusion des PFC, SF<sub>6</sub> et NF<sub>3</sub>. Est-ce parce qu'il n'y a pas de sources générant ces GES? Est-ce parce que les quantités se sont avérées marginales? Le présent essai n'offre pas de réponses à ces questions.

Comme pour la totalité des municipalités, il est impossible pour la Ville de Sherbrooke de connaître avec exactitude l'importance et l'étendue des GES qui s'échappent de chacune des sources d'émissions sur son territoire. Le calcul des émissions est donc réalisé avec l'équation présentée au chapitre 2, soit à partir de la multiplication des facteurs d'émissions par les données d'activité (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). De leur côté, les facteurs d'émissions employés dans l'inventaire proviennent en majorité du Rapport d'inventaire national 1990-2015 du Canada (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Le tableau 4.2 présente, quant à lui, le sommaire des émissions de GES de la collectivité de Sherbrooke pour l'année 2016. Il est à noter que l'information accessible lors de l'écriture de l'essai n'a pas permis de valider si les GES reliés aux MR recyclées ont été considérés, soit en totalité, soit en partie, lors de l'inventaire de 2016.

**Tableau 4.2 Sommaire des émissions de GES de la collectivité de Sherbrooke en 2016** (tiré de : Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018)

Sources	t CO <sub>2</sub>	t CH <sub>4</sub>	t N <sub>2</sub> O	t CO <sub>2</sub> éq
<b>Émissions directes</b>	<b>723 948</b>	<b>5 682</b>	<b>46</b>	<b>861 747</b>
Secteur résidentiel	31 936	622	6	46 920
Secteur commercial et institutionnel	107 393	2	2	108 159
Secteur industriel	101 777	72	4	108 066
Traitement des eaux usées	—	14,27	9,6	3 276
<b>Agriculture</b>	<b>1 691</b>	<b>3 064</b>	<b>0</b>	<b>66 179</b>
<i>Consommation de carburant des bâtiments et des cultures</i>	<i>1 691</i>	<i>0,05</i>	<i>0,11</i>	<i>1 726</i>
<i>Fermentation entérique</i>	—	<i>3 052,50</i>	—	<i>64 103</i>
<i>Gestion du fumier</i>	—	<i>11,71</i>	<i>0,34</i>	<i>350</i>
Transport	481 151	27	24	489 249
<b>Émissions indirectes liées à l'énergie</b>	<b>1 966</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 218</b>
<b>Autres émissions indirectes</b>	<b>0</b>	<b>455</b>	<b>5</b>	<b>10 994</b>
<b>Total des émissions de la collectivité</b>	<b>725 914</b>	<b>6 137</b>	<b>51</b>	<b>875 959</b>

À cette étape, les sections suivantes, soit 4.3.1 à 4.3.3 servent à détailler davantage certaines sources d'émissions de GES de l'inventaire de la Ville qui sont d'intérêt pour le présent essai. Les sources détaillées sont en partie celles ayant fait l'objet d'une section dans le chapitre 3. De plus, elles englobent la majorité des émissions contenues dans l'inventaire.

#### 4.3.1 Les émissions directes du secteur commercial, institutionnel et industriel

Les émissions directes du secteur ICI, plus spécifiquement celles provenant de la consommation de gaz naturel, sont aussi des sources d'émissions importantes. Il s'agit du premier inventaire dans lequel la Ville de Sherbrooke comptabilise ces émissions (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). À elles seules, elles génèrent plus de 128 296 t CO<sub>2</sub> éq. Cependant, l'incertitude liée à la consommation de gaz naturel par ce secteur est qualifiée de faible selon les auteurs de l'inventaire. Pour obtenir un niveau d'incertitude si bas,



la Ville a d'abord pu compter sur des données réelles de consommation de cette source d'énergie auprès du fournisseur de la région (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Connaissant les données de consommation réelle de ce gaz, la consommation des autres types d'énergie a pu être estimée en attribuant les mêmes proportions par secteur que celles proposées par RNC dans sa base de données complète sur la consommation d'énergie (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). L'annexe 12 démontre un exemple de tableau de RNC employé par la Ville pour définir les proportions du secteur IC. Des tableaux similaires sont aussi accessibles pour les autres secteurs, dont le secteur industriel et résidentiel. La Ville recommande néanmoins d'améliorer l'obtention des données réelles de consommation d'énergie autres que le gaz naturel pour ces secteurs (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018).

#### **4.3.2 Les émissions directes du secteur des transports**

C'est sans grande surprise que l'analyse du tableau révèle l'importance des émissions de GES provenant des émissions directes, ou de la combustion des équipements mobiles du secteur des transports, avec une production annuelle de 489 249 t CO<sub>2</sub> éq. Dans son inventaire, la Ville affirme que ce secteur est celui qui comporte les plus grands enjeux dans la lutte aux changements climatiques (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Ces émissions sont celles liées aux déplacements sur route et hors route, mais la Ville ne distingue pas les déplacements ayant lieu à l'intérieur des frontières du territoire de ceux à l'extérieur (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Dans ce secteur, plus de 90 % des émissions proviennent du CO<sub>2</sub> émis lors des déplacements sur route. La Ville a aussi quantifié les émissions indirectes liées à l'énergie nécessaire aux bornes de recharge des véhicules électriques, soit les émissions de catégorie 2. Il n'y a cependant aucune distinction entre les émissions de catégorie 1 et 3 selon les exigences du GPC. Cette limite est due à la méthode de calcul choisie. La Ville a opté pour la méthode de calcul préconisée par le programme CM1. Les émissions ont donc été estimées en ramenant les émissions du secteur des transports au Québec à l'échelle de la ville selon le nombre de véhicules de chaque catégorie immatriculés sur le territoire (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Ceci explique pourquoi la Ville accorde aux émissions du secteur des transports une incertitude qualifiée d'élevée. Il faut se rappeler que chaque méthode de calcul limite le suivi possible des mesures mises en place afin de réduire les émissions de ce secteur, comme le démontre le tableau 3.5. En raison de l'incertitude qui gravite autour des émissions et de l'importance de ce secteur, la Ville fait un constat important. Selon elle, il faut « [mettre] en place un système de collecte des données de kilomètres véhicule parcourus (KPV) d'un échantillon représentatif des segments de routes sur le territoire » (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018).

#### **4.3.3 Les émissions directes du secteur de l'agriculture**

Un autre secteur d'importance voit le jour dans l'inventaire 2016, après que la Ville ait décidé d'intégrer le secteur de l'agriculture. En effet, les émissions directes du secteur de l'agriculture totalisent

66 179 t CO<sub>2</sub> éq, le classant par le fait même au quatrième rang en termes de quantité d'émissions. Les émissions de CH<sub>4</sub> dues à la fermentation entérique et provenant de la production animale sont les principales responsables des GES produits par ce secteur, avec 97 % du total (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Les émissions de l'agriculture sont toutefois qualifiées comme moyennement incertaines par les auteurs (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Ce niveau d'incertitude moyen est attribuable au fait que l'estimation repose sur le calcul du nombre de têtes pour chaque type de production animale (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Bien que la source soit fiable, il a été démontré au chapitre 2 que plusieurs autres variables peuvent influencer le total des émissions d'une production animale.

#### 4.3.4 Constat général

Puisque les pratiques d'inventaire de l'année 2016 avaient de nouvelles exigences, la comparaison avec les inventaires précédents a été plus difficile à réaliser. Le tableau 4.3 offre une vue d'ensemble de l'évolution des émissions de GES par source pour 2009, 2012 et 2016. Des secteurs d'importance comme les secteurs « résidentiel, commercial, institutionnel, industriel, agricole et du compostage » (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018) n'ont pu être comparés. L'évolution des émissions de ces secteurs ne pourra être constatée que lors de la prochaine mise à jour de l'inventaire. À noter que la Ville de Sherbrooke inclut seulement les émissions reliées à la distribution de gaz naturel sur le territoire comme émissions fugitives (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018).

**Tableau 4.3 Émissions totales par source en 2009, 2012 et 2016 de la Ville de Sherbrooke** (tiré de : Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018)

Sources	2009	2012	2016
<b>ÉMISSIONS CORPORATIVES (tCO<sub>2</sub>éq)</b>	<b>18 385</b>	<b>17 400</b>	<b>17 923</b>
Bâtiments et autres installations	1 372	1 311	1 934
Éclairage public	15	16	13
Réfrigérants (exclusion du HFC-22)	85	81	86
Véhicules et équipements motorisés	16 913	15 992	15 890
<b>ÉMISSIONS COLLECTIVES (tCO<sub>2</sub>éq)</b>	<b>555 036</b>	<b>540 193</b>	<b>540 701</b>
Résidentiel	N/D	N/D	48 301
Commercial et institutionnel	N/D	N/D	109 075
Industriel	N/D	N/D	108 946
Traitement des eaux usées	4 506	3 555	3 276
Agriculture	N/D	N/D	66 182
Transport	506 177	504 894	489 287
Enfouissement (matières résiduelles)	42 091	30 452	46 414
Compostage	N/D	N/D	2 755
Émissions fugitives	2 262	1 292	1 723
<b>Total absolu</b>	<b>573 421</b>	<b>557 593</b>	<b>876 045</b>
Données comparables avec les années précédentes			
<b>TOTAL DES ÉMISSIONS (tCO<sub>2</sub>éq)</b>	<b>555 121</b>	<b>540 274</b>	<b>540 787</b>
<i>Réduction des émissions de GES par rapport à 2009 (%)</i>	-	2,7%	2,6%
<b>TAUX D'ÉMISSIONS PAR HABITANT (tCO<sub>2</sub>éq/habitant)</b>	<b>3,64</b>	<b>3,41</b>	<b>3,29</b>
<i>Réduction des émissions de GES par rapport à 2009 (%)</i>	-	6,3%	9,6%

Finalement, sur la base des émissions pouvant être comparées, la Ville estime avoir réalisé une réduction de 2,6 % de ses émissions de GES par rapport à 2009 (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Considérant la marge d'erreur reliée au calcul des émissions de chaque secteur, cette réduction est-elle significative? Les réductions des émissions sont principalement venues du secteur des transports pour lequel elles sont passées de 506 177 t CO<sub>2</sub> éq en 2009 à 489 287 t CO<sub>2</sub> éq en 2016 (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Les émissions du secteur du traitement des eaux usées ont aussi connu une baisse de plus de 1 000 t CO<sub>2</sub> éq pour la même période (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). En contrepartie, il est intéressant de constater que les émissions liées à l'enfouissement des MR ont fluctué grandement entre les deux mises à jour. De 42 091 t CO<sub>2</sub> éq en 2009, les émissions ont chuté à 30 452 t CO<sub>2</sub> éq en 2012, pour ensuite remonter à 46 414 t CO<sub>2</sub> éq en 2016 (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). La Ville attribue cette diminution à la perte d'efficacité du système de captage des biogaz du site d'enfouissement (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2018). Considérant les limites du présent essai, il n'a pas été possible de valider si d'autres facteurs ont influencé la fluctuation des émissions liées à l'enfouissement comme la variation des quantités éliminées. Les faits mentionnés s'appuient sur les informations contenues dans la mise à jour 2016 de l'inventaire de la Ville.

## **5. LIMITES ET RECOMMANDATIONS**

Le présent chapitre vise à émettre des recommandations à l'attention des municipalités québécoises qui analysent la possibilité de mettre à jour leur inventaire des émissions de GES ou celles qui s'apprêtent à en réaliser un premier dans le but d'élaborer un nouveau plan d'atténuation local. Il vise aussi à reconnaître les limites liées à l'utilisation des protocoles d'inventaire de PPC et du GPC. Les recommandations s'adressent aussi aux consultants qui aident les municipalités dans la réalisation des inventaires de GES.

### **5.1 Adhérer au programme Partenaires dans la protection du climat?**

Que ce soit en adhérant au programme PPC ou non, l'essai constate que les municipalités ayant réalisé leur dernier inventaire selon le protocole de CM1 devraient mettre à jour leur inventaire en répondant aux exigences d'un autre protocole. CM1 n'est plus un programme actif et le protocole issu de celui-ci est maintenant désuet. L'essai l'a démontré à plusieurs reprises, notamment au chapitre 2 lors de la comparaison des sources d'émissions incluses dans un inventaire selon les protocoles du GPC, de PPC et de CM1. Les municipalités qui n'ont toujours pas adhéré à PPC devraient considérer cette avenue. L'adhésion au programme PPC pour réaliser leur prochain inventaire peut permettre aux municipalités de bénéficier des avantages que présente la communauté de pratique, et ce, sans payer de frais d'adhésion. L'adhésion permet d'intégrer un réseau de municipalités à l'échelle pancanadienne et d'échanger sur les meilleures pratiques adoptées par les membres au fil des ans. Quelques études de cas issues de la communauté sont déjà documentées dans des guides accessibles à tous, mais les municipalités membres obtiennent des informations privilégiées. Malheureusement, il n'a pas été possible d'analyser les outils offerts aux adhérents, puisque l'accès est limité aux municipalités membres. En réalisant leur prochain inventaire selon les exigences de PPC, les municipalités peuvent réaliser un inventaire qui soit aussi conforme aux exigences du protocole GPC. En d'autres mots, l'un n'exclut pas l'autre, mais la combinaison des deux n'est pas obligatoire. Adhérer à PPC ne limite donc pas le potentiel des municipalités à ce sujet. Cependant, les municipalités doivent considérer les efforts qu'elles devront déployer selon leur situation actuelle. Si l'inventaire précédent répondait aux exigences de CM1, des rectifications devront être apportées, ce qui demandera du temps, donc un coût supplémentaire pour la municipalité.

### **5.2 Réaliser un inventaire qui se base sur le protocole GPC?**

L'essai a comparé les exigences du protocole GPC avec celles des programmes CM1 et PPC. Cette comparaison a permis de conclure que, pour effectuer une transition vers un inventaire répondant aux exigences du GPC, la municipalité devra considérer des éléments supplémentaires. Elle devra assurément quantifier des sources d'émissions qui n'étaient pas quantifiées systématiquement dans un inventaire pour CM1 ou PPC. Les sources supplémentaires à quantifier seront toutefois moins nombreuses pour les municipalités qui répondaient déjà aux exigences de PPC, puisque les émissions liées à l'énergie stationnaire

du secteur résidentiel et des ICI y étaient déjà quantifiées. De plus, l'étude de cas de la Ville de Sherbrooke démontre que la comparaison des émissions de GES de deux inventaires est limitée lorsque ceux-ci répondent à des exigences différentes. La municipalité doit donc considérer cet aspect lié à la transition vers le GPC.

La municipalité qui désire faire la transition doit aussi comprendre le contexte actuel. Le protocole GPC a été lancé en 2014. De ce fait, il n'intègre pas les plus récentes notions ajoutées dans la version 2018 de la norme ISO 14064-1 comme mentionné dans l'essai. Comme Wilmsen et Gesing (2016) le démontraient dans leur étude, le GPC fait son entrée au sein d'un groupe de protocoles semblables utilisant une méthodologie dite « conventionnelle ». À ces protocoles s'ajoute le protocole *Bilan Carbone* utilisant une approche par « analyse du cycle de vie » (Wilmsen et Gesing, 2016) pour quantifier les émissions d'une municipalité. Force est de constater que la quantification des émissions de GES d'une municipalité est une activité qui semble de plus en plus faire l'unanimité. En revanche, la meilleure approche et la méthodologie à employer ne semble pas avoir trouvé consensus à ce jour. Le protocole GPC prendra-t-il la place dominante parmi les différents protocoles à l'international? Pour l'instant, il n'est pas possible de prédire l'avenir. Toutefois, son adoption par un nombre grandissant de municipalités importantes comme Montréal, Vancouver, Sydney, Stockholm et New York, pour n'en nommer que quelques-unes, indique que le GPC semble être en bonne position à l'international.

Si une municipalité remet en question la pertinence d'une transition vers le protocole GPC, plusieurs arguments peuvent être utilisés pour soutenir le choix de cette transition.

L'essai le démontre de multiples façons. Le GPC permet aux municipalités québécoises de couvrir de nombreuses sources d'émissions de GES jusqu'à maintenant absentes des inventaires. Offrant plusieurs alternatives pour calculer les émissions d'une même source, le protocole est aussi peu contraignant, ce qui facilite son adoption. Par exemple, pour calculer les émissions reliées au transport routier, le GPC propose plusieurs méthodes alternatives en fonction des informations accessibles par la municipalité. Le protocole explique les limites des méthodes de calcul plutôt que d'empêcher l'emploi de certaines d'entre elles et émet souvent des recommandations à l'intention des municipalités. De plus, le protocole semble bénéficier d'une notoriété grandissante au niveau mondial.

Le lancement de la plateforme *Environmental Insights Explorer* (EIE) par Google en est un bel exemple. Développé en partenariat avec Convention globale des maires pour le Climat et l'Énergie (GCoM), ce nouvel outil de calcul vient offrir un argument de taille en faveur de l'adoption du GPC par un plus grand nombre de municipalités. La principale valeur ajoutée de ce nouvel outil se trouve dans l'amélioration de la quantification de deux secteurs d'émissions qui posaient plusieurs défis techniques jusqu'à présent. Ce sont aussi les deux principaux secteurs d'émissions au cœur du chapitre 3, soit les émissions du secteur de

l'énergie stationnaire et celles du secteur des transports. Grâce aux données détenues par Google, il serait théoriquement possible pour n'importe quelle municipalité, peu importe ses capacités financières, de quantifier ces émissions en se basant sur une méthode ayant un potentiel d'exactitude plus élevé. Pour recourir au service du EIE, la municipalité doit commencer par remplir une courte requête d'ajout à l'équipe de Google. La suite du processus n'est toutefois pas connue.

Les limites du présent essai ne permettent pas d'indiquer avec certitude que ce nouvel outil représente la solution, mais il est fortement conseillé aux municipalités d'étudier son utilisation potentielle. Une analyse plus approfondie des enjeux liés à son utilisation devrait d'abord être réalisée. De plus, il faudra s'assurer que toute municipalité désirant intégrer l'outil puisse y arriver. Selon les informations limitées présentement disponibles, les critères de sélection pour intégrer la plateforme ne sont pas encore clairement établis. Pour l'instant, seuls les territoires de Montréal, de Laval et de la MRC de Joliette y sont représentés au Québec.

### **5.3 Prioriser les améliorations des méthodes de calcul et penser de façon stratégique**

La pandémie de la COVID-19 a ébranlé les activités quotidiennes des organismes municipaux, tout comme l'ensemble des organisations publiques et privées. Depuis le début de la crise, plusieurs activités non essentielles ont été mises sur pause afin de concentrer les efforts pour améliorer la sécurité, assurer la santé des citoyens (Union des municipalités du Québec [UMQ], 2020a) et supporter les entreprises de leur territoire (UMQ, 2020b). Il est possible de croire que l'adoption de projets municipaux comme la réalisation d'un inventaire ou la mise en œuvre d'un plan d'atténuation, qui demande de passer par un processus d'approbation du conseil municipal, n'ait pas obtenu la plus grande attention.

La réalisation d'un nouvel inventaire dans un contexte de précarité économique et des ressources limitées posera assurément des défis. Les municipalités devront faire des choix stratégiques quant à la priorisation des améliorations méthodologiques qu'elles mettent en place durant la réalisation de leur inventaire. Comme le mentionne le GPC, les municipalités devraient d'abord recenser les informations dont elles disposent et établir un processus de collecte de données (WRI et al., 2014). Elles devraient aussi comparer ces informations à celles manquantes pour pouvoir compléter leur inventaire. En fonction du temps alloué pour la quantification, des outils d'aide accessibles, du budget et des objectifs, une méthode de calcul pourrait s'avérer meilleure qu'une autre. Elles devraient aussi tenir compte des outils technologiques comme la plateforme EIE avant de choisir les améliorations méthodologiques à apporter lors de la collecte de données pour chaque nouvelle mise à jour d'inventaire (WRI et al., 2014). L'emploi de la plateforme EIE va permettre aux municipalités d'améliorer plus rapidement le potentiel d'exactitude des méthodes de calcul sur lesquelles se basent les émissions quantifiées. L'emploi du EIE pourrait aussi permettre aux municipalités de concentrer leurs efforts d'amélioration de la méthode de quantification autour des sources

d'émissions non ciblées par l'outil, donc des émissions ne provenant pas du transport routier et des bâtiments.

## CONCLUSION

La comparaison des protocoles d'inventaire de GES pour les municipalités québécoises et l'analyse des méthodes de calcul ont été réalisées dans le but de répondre à l'objectif principal de l'essai. Celui-ci visait à proposer aux municipalités québécoises et aux quantificateurs consultants des pistes de réflexion et des améliorations durant la réalisation des inventaires des émissions de GES et l'élaboration des plans d'atténuation locaux.

Deux principaux programmes d'atténuation des changements climatiques ont encouragé jusqu'ici les municipalités québécoises à réaliser des inventaires et des plans d'atténuation de GES. Durant le PACC 2006-2012, le gouvernement provincial a incité les municipalités à réduire leurs émissions de GES à l'aide du financement et du protocole provenant du programme CM1. La FCM a aussi grandement contribué à accélérer la réalisation des étapes menant à la mise en œuvre de mesures d'atténuation en lançant le programme PPC et en créant une communauté des meilleures pratiques à travers le pays. CM1 n'étant pas un programme actif, il a été remplacé par CM2 dont l'objectif reste la réduction des émissions, mais sans subventionner la réalisation d'un inventaire de GES. Le programme PPC est quant à lui toujours actif, en constante évolution et le nombre de municipalités québécoises adhérant à la communauté augmente graduellement. Même si l'adhésion au programme ne mène pas nécessairement à l'obtention d'une subvention, les municipalités québécoises réalisant sous peu un premier inventaire et celles voulant mettre le leur à jour, devraient sérieusement considérer d'y adhérer.

Le choix du protocole d'inventaire des émissions de GES d'une municipalité aura certainement une influence sur la quantification totale incluse dans l'inventaire. CM1 et PPC sont tous deux accompagnés d'un protocole pour aider la réalisation de l'inventaire des émissions de GES d'une municipalité, mais les sources d'émissions qui doivent être quantifiées diffèrent. Afin de répondre au besoin de standardisation des inventaires de GES des municipalités, le protocole GPC voit le jour en 2014. Celui-ci semble vouloir prendre de plus en plus d'importance à l'international, mais reste encore peu utilisé par les municipalités québécoises. Plusieurs éléments mènent à croire qu'il serait possible de favoriser son adoption par un plus grand nombre de municipalités, notamment pour ses propositions de méthodes de calcul, son caractère adaptable avec ses options d'inventaires BASIC et BASIC+ et ses affinités avec le protocole de PPC. Également, les émissions des secteurs PIUP et AFAT n'étaient généralement pas incluses dans les inventaires des municipalités. Or, contrairement au protocole de CM1 et de PPC, le GPC vient détailler les sources d'émissions et les méthodes de calcul de ces secteurs.

Il existe plusieurs méthodes de calcul qui permettent à une municipalité de quantifier les sources d'émissions et les sous-secteurs de l'énergie stationnaire pour les bâtiments du secteur ICI et du transport routier n'y font pas exception. Chaque méthode de calcul d'estimation de GES comporte ses avantages et ses



inconvénients. Les municipalités doivent donc considérer différents facteurs, notamment les informations dont elles disposent, le potentiel d'exactitude et les limites du suivi possible afin de sélectionner la méthode de calcul qui convient. Les sources de données potentielles pour les municipalités dépendent donc du choix de la méthode. Depuis peu, certaines méthodes de calcul qui demandaient traditionnellement une analyse plus technique et plus coûteuse, comme la méthode de calcul KPV pour le transport routier, pourraient désormais être plus accessibles grâce au développement d'outils de calcul comme celui développé par Google. Il sera intéressant d'analyser l'évolution de tels outils dans le futur ainsi que leur complémentarité au protocole GPC dont l'utilisation prend de l'ampleur.

Concernant l'étude du cas de Sherbrooke, celle-ci a permis de décrire un exemple concret d'une municipalité ayant évolué d'un inventaire respectant les exigences de CM1 à un inventaire respectant les exigences de PPC et du GPC simultanément. La transition d'un protocole à l'autre a certainement limité la capacité de comparer le bilan des émissions des deux inventaires, mais la municipalité peut maintenant analyser l'évolution de nouvelles sources d'émissions. Aussi, l'analyse des mesures du plan d'atténuation local 2010-2015 et le résumé de suivi de ce plan démontrent qu'il reste encore des progrès à faire pour évaluer le taux de succès des mesures d'atténuation reliées au secteur du transport et évaluer l'influence de celles-ci sur les réductions de GES calculées.

Compte tenu des résultats de l'analyse, il est clair que les municipalités ont plusieurs questions à se poser lorsque vient le temps d'enclencher le processus de réalisation d'un inventaire de GES et de son plan d'atténuation local. Les municipalités devraient considérer sérieusement l'adhésion au programme PPC. Cette adhésion n'empêche pas les municipalités de réaliser un inventaire suivant les exigences du protocole GPC. De plus, avec la précarité actuelle, les municipalités devront plus que jamais choisir des méthodes de calcul de manière stratégique, en fonction de leurs limites et en utilisant les outils externes comme le EIE lorsque cela est possible.

En conclusion, si l'essai a permis de proposer des approches utiles aux municipalités québécoises quant au choix de protocole et des méthodes de calcul de manière générale, il n'a toutefois pas cherché à mesurer la faisabilité des propositions en fonction de la taille de la municipalité. Il serait donc pertinent de se questionner prochainement sur les meilleures stratégies que devraient adopter les municipalités selon leur profil démographique.

## RÉFÉRENCES

- AECOM Tecsumt inc. (2010). *Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal*. (Rapport final). Repéré à [http://cmm.qc.ca/fileadmin/user\\_upload/documents/20100922\\_rapportTecsumt\\_GES.pdf](http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/documents/20100922_rapportTecsumt_GES.pdf)
- Beauregard, A. (2016). *Validation d'une technique de réduction de la production de méthane d'origine digestive chez la vache laitière en conditions commerciales* (Mémoire de maîtrise, Université de Laval, Québec, Québec). Repéré à <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/26895/1/32498.pdf>
- Boutin, S. et Tacquet, L. (2018). *Inventaire 2017 des émissions de gaz à effet de serre de l'arrondissement de Saint-Laurent* (Rapport final). Repéré à [http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/files/2013/09/Rapport-Inventaire-GES-2017\\_Final\\_.pdf](http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/files/2013/09/Rapport-Inventaire-GES-2017_Final_.pdf)
- Carbon disclosure project (CDP). (2018). 2017 : Cities GPC inventory data. Repéré à <https://data.cdp.net/Emissions/2017-Cities-GPC-Inventory-Data/m9dr-uyqa>
- Caron, H. (2019). *Succès et difficultés de la mise en œuvre des plans d'action de lutte contre les changements climatiques du gouvernement québécois 2006-2012 et 2013-2020* (Thèse de doctorat, Université de Laval, Québec, Québec). Repéré à <http://hdl.handle.net/20.500.11794/36236>
- Centre de Mobilité durable de Sherbrooke. (2012). *Plan de mobilité durable de Sherbrooke 2012-2021*. Repéré à [https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/Mairie/plansstratpol/Plan\\_de\\_mobilite\\_durable\\_de\\_Sherbrooke\\_-\\_Fiches\\_action\\_-\\_lowres.pdf](https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/Mairie/plansstratpol/Plan_de_mobilite_durable_de_Sherbrooke_-_Fiches_action_-_lowres.pdf)
- Clermont, M. (2019, 3 mai). Les chroniques de Martin : le double comptage climatique. Repéré à [https://www.solutionswill.com/blog\\_post/les-chronique-de-martin-le-double-comptage-climatique/](https://www.solutionswill.com/blog_post/les-chronique-de-martin-le-double-comptage-climatique/)
- Croteau, M. (2011, 12 décembre). Le Canada se retire du protocole de Kyoto. *La Presse*. Repéré à <https://www.lapresse.ca/environnement/201112/12/01-4477179-le-canada-se-retire-du-protocole-de-kyoto.php>
- Cyr, A. (2018). *Bannissement des matières organiques de l'élimination d'ici 2020 : où en sommes-nous?* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à [https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/11872/Cyr\\_Ariane\\_MEnv\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/11872/Cyr_Ariane_MEnv_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Demirdjian, H. (2006). Les carburants : une source d'énergie chimique. Repéré à <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/les-carburants-une-source-denergie-chimique-1049>
- Enviro-access. (s. d.). Programme partenaires dans la protection du climat. Repéré à <https://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/services/programme-climat-municipalites/>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2019). *Rapport d'inventaire national 1990–2017 — sources et puits de gaz à effet de serre au Canada : Partie 1*. Repéré à [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/eccc/En81-4-2017-1-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En81-4-2017-1-fra.pdf)
- European Community. (2008). *The economics of ecosystems & biodiversity (TEEB): An interim report*. Repéré à [https://unep.ch/etb/publications/TEEB/TEEB\\_interim\\_report.pdf](https://unep.ch/etb/publications/TEEB/TEEB_interim_report.pdf)

- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (s. d.a). Fonds municipal vert. Repéré à <https://fcm.ca/fr/programmes/fonds-municipal-vert>
- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (s. d.b). Partenaires dans la protection du climat. Repéré à <https://fcm.ca/fr/programmes/partenaires-dans-la-protection-du-climat>
- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (s. d.c). *Coûts admissibles et non admissibles du FMV – Plans*. Repéré à [https://data.fcm.ca/documents/tools/GMF/EligibleIneligibleCostsPlans\\_FR.pdf](https://data.fcm.ca/documents/tools/GMF/EligibleIneligibleCostsPlans_FR.pdf)
- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (s. d.d). *Exigences préalables et documents d'appui pour un plan*. Repéré à <https://fcm.ca/sites/default/files/documents/funding/gmf/plans-exigences-prealables-documents-appui-fmv.pdf>
- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (s. d.e). À propos de la FCM. Repéré à <https://fcm.ca/fr/a-propos>
- Fédération canadienne des municipalités (FCM) et International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI Canada). (s. d.a). *Élaboration d'un inventaire d'émissions de gaz à effet de serre qui répond aux exigences du PPC : conseils techniques à l'intention des municipalités québécoises*. Repéré à <http://www.municipaliteefficace.ca/DATA/DOCUMENT/31.pdf>
- Fédération canadienne des municipalités (FCM) et Conseil international pour les initiatives écologiques locales (ICLEI Canada). (2008a). *Le développement des inventaires pour les gaz à effet de serre et de la consommation d'énergie : guide pour les partenaires dans la protection du climat au Canada*. Repéré à [https://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/Developing\\_Inventories\\_for\\_Greenhouse\\_Gas\\_Emissions\\_and\\_Energy\\_Consumption\\_FR.pdf](https://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/Developing_Inventories_for_Greenhouse_Gas_Emissions_and_Energy_Consumption_FR.pdf)
- Fédération canadienne des municipalités (FCM) et Conseil international pour les initiatives écologiques locales (ICLEI Canada). (2008 b). *La collectivité viable en six actions : guide d'élaboration d'un plan d'action local*. Repéré à [http://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/Six\\_Steps\\_to\\_a\\_Sustainable\\_Community\\_A\\_Guide\\_to\\_Local\\_Action\\_Planning\\_FR.pdf](http://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/Six_Steps_to_a_Sustainable_Community_A_Guide_to_Local_Action_Planning_FR.pdf)
- Fédération canadienne des municipalités (FCM) et Conseil international pour les initiatives écologiques locales (ICLEI Canada). (2014). *Protocole de PPC : supplément canadien au protocole international d'analyse des émissions*. Repéré à [https://data.fcm.ca/Documents/reports/PCP/PCP\\_Protocol\\_Canadian\\_Supplement\\_FR.pdf](https://data.fcm.ca/Documents/reports/PCP/PCP_Protocol_Canadian_Supplement_FR.pdf)
- Gaudette-Boisvert, M-O. (2012). *Élaboration d'une démarche visant la réduction des émissions de GES provenant des transports routiers au Québec* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Longueuil, Québec). Repéré à [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2012/Gaudette-Boisvert\\_MO\\_\\_22-06-2012\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2012/Gaudette-Boisvert_MO__22-06-2012_.pdf)
- Google. (s. d.a). Methodology: Environmental insights explorer. Repéré à <https://insights.sustainability.google/methodology>
- Google. (s. d.b). Laval : Building emissions. Repéré à <https://insights.sustainability.google/places/ChIJa9rftAchyUwRGcQz42-ytC4/buildings>

- Google. (s. d.c). Laval : Transportation emissions. Repéré à <https://insights.sustainability.google/places/ChIJa9rftAchyUwRGcQz42-ytC4/transportation>
- Gouvernement du Canada. (2019). Inventaire officiel canadien des gaz à effet de serre. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/inventaire.html>
- Gouvernement de Canada. (2020). Holos. Repéré à <http://www.agr.gc.ca/fra/collaboration-scientifique-en-agriculture/resultats-de-recherches-en-agriculture/holos/?id=1349181297838>
- Gouvernement du Québec. (2008). *Plan d'action 2006 – 2012 : Le Québec et les changements climatiques*. Repéré à [http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan\\_action/2006-2012\\_fr.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/2006-2012_fr.pdf)
- Gouvernement du Québec. (2012). *Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020 : Phase 1*. Repéré à [http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan\\_action/pacc2020.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf)
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2006). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*, Repéré à [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_2\\_Ch2\\_Stationary\\_Combustion.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf)
- Institut de la statistique du Québec (ISQ). (2018). *La population des municipalités du Québec au 1<sup>er</sup> juillet 2017*. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/bulletins/coupdoeil-no61.pdf>
- Institut de la statistique du Québec (ISQ). (2019). *Le bilan démographique du Québec (Édition 2019)*. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/bilan2019.pdf>
- Kennedy, C. A., Ramaswami, A., Carney, S. et Dhakal, S. (2011). Greenhouse gas emission baselines for global cities and metropolitan regions. Dans D. Hoornweg (dir.), *Cities and climate change : Responding to an Urgent Agenda* (p. 15-54). Repéré à <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.827.777&rep=rep1&type=pdf#page=31>
- Lagos H., D. A. (2014). *Optimisation du modèle de génération de méthane du lieu d'enfouissement du complexe environnemental de Saint-Michel* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais\\_2014/Lagos\\_D\\_\\_2014-08-15\\_2.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Lagos_D__2014-08-15_2.pdf)
- Le Hir, P. (2011, 14 décembre). Un autre gaz à effet de serre dans le protocole de Kyoto. *Le Monde*. Repéré à [https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/12/14/un-autre-gaz-a-effet-de-serre-dans-le-protocole-de-kyoto\\_1618363\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/12/14/un-autre-gaz-a-effet-de-serre-dans-le-protocole-de-kyoto_1618363_3244.html)
- Marcotte, J. et Pelletier, M-È. (2018). Québec lance un programme de 40 M\$ pour soutenir le milieu municipal dans ses efforts de lutte contre les changements climatiques. *Cision*. Repéré à <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/quebec-lance-un-programme-de-40-m-pour-soutenir-le-milieu-municipal-dans-ses-efforts-de-lutte-contre-les-changements-climatiques-685933751.html>

- Ministère du Développement Durable, de L'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2009). *Programme Climat municipalités – Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*. Repéré à [http://www.rncreq.org/documents/GuidedinventairedesemissionsdeGESpourunemunicipalite\\_000.pdf](http://www.rncreq.org/documents/GuidedinventairedesemissionsdeGESpourunemunicipalite_000.pdf)
- Ministère du Développement Durable, de L'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2011). Programme Climat municipalités. Gouvernement du Québec. Repéré à <http://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2219943>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.). Programme Climat municipalités — Phase 2 : projets sélectionnés. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/projets-selectionnes.htm>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019a). Programme Climat municipalités — Phase 2. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/index.htm>
- Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019 b). *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre*. Repéré à <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). (2019c). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990*. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2017/inventaire1990-2017.pdf>
- Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019d). Registre des émissions de gaz à effet de serre. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/registre/index.htm>
- Montmarquette, C. et Scott, I. (2007). *Taux d'actualisation pour l'évaluation des investissements publics au Québec* (Rapport de projet). Repéré à <https://www.cirano.qc.ca/files/publications/2007RP-02.pdf>
- Néron, J-F. (2019, 2 mai). 65,5 millions \$ de plus pour la construction de l'usine de biométhanisation de Québec. *Le Soleil*. Repéré à <https://www.lesoleil.com/actualite/la-capitale/655-millions--de-plus-pour-la-construction-de-lusine-de-biomethanisation-de-quebec-0c190e8c231dddf72cc4873bb2f06d45>
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2018). Gaz à effet de serre — Partie 1 : 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, Genève, Suisse : auteur.
- Poluga, G. (2011). *Réduction des émissions de GES du transport routier des personnes dans les municipalités québécoises : Comparaison de méthodologies de quantification pour assurer un suivi et rendre compte des efforts* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2011/Poluga\\_G\\_17-05-2011\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2011/Poluga_G_17-05-2011_.pdf)

*Règlement modifiant le Règlement sur les halocarbures*, R.L.R.Q., c. Q-2, r.29

Ressources naturelles Canada (RNC). (s. d.). Secteur commercial et institutionnel : Québec. Repéré à [https://oee.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/complet/evolution\\_com\\_qc.cfm](https://oee.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/complet/evolution_com_qc.cfm)

Salon des TEQ. (s. d.). Quantifier ses émissions de GES pour les réduire. Repéré à <https://www.salon-teq.org/fr/sessions/les-enjeux-de-la-mobilite-integree-comme-levier-de-lutte-aux-changements-climatiques/>

Schipper, L., Fabian, H., et Leather, J. (2009). *Transport and carbon dioxide emissions: Forecasts, options analysis, and evaluation*. Repéré à <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/Transport-CO2-Emissions.pdf>

Seghier, C. (2007, 19 novembre). Le 4e rapport de synthèse du GIEC résonne comme un avertissement. *Actu-Environnement.com*. Repéré à [https://www.actu-environnement.com/ae/news/4e\\_rapport\\_GIEC\\_climat\\_3912.php4](https://www.actu-environnement.com/ae/news/4e_rapport_GIEC_climat_3912.php4)

Stantec. (2018). *District of Saanich 2017 GPC BASIC+ community greenhouse gas (GHG) emissions inventory report*. Repéré à <https://www.saanich.ca/assets/Community/Documents/Planning/sustainability/2017-GPC-Community-GHG-Inventory.pdf>

Statistique Canada. (2010). Qualité des données, concepts et méthodologie : concepts et définitions. Repéré à <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/53-223-x/2009000/technote-notetech1-fra.htm>

Steinhoff, M., Yewdall, E. et Herrod, T. (2019). *Technical review of Google Environmental Insights Explorer data for local greenhouse gas inventories*. Repéré à [https://insights.sustainability.google/assets/papers/Technical%20Review%20of%20Google%20Environmental%20Insights%20Explorer%20Data%20for%20Local%20Greenhouse%20Gas%20Inventories\\_ICLEI-USA%20August%202019.pdf](https://insights.sustainability.google/assets/papers/Technical%20Review%20of%20Google%20Environmental%20Insights%20Explorer%20Data%20for%20Local%20Greenhouse%20Gas%20Inventories_ICLEI-USA%20August%202019.pdf)

Union des municipalités du Québec (UMQ). (2020a, 13 mars). Pandémie de COVID-19 : l'UMQ propose des orientations communes aux municipalités québécoises. Repéré à <https://umq.qc.ca/publication/pandemie-de-covid-19-lumq-propose-des-orientations-communes-aux-municipalites-quebecoises/>

Union des municipalités du Québec (UMQ). (2020 b, 17 avril). COVID-19 et ses répercussions : les municipalités sont au rendez-vous pour participer à la relance économique. Repéré à <https://umq.qc.ca/publication/covid-19-et-ses-repercussions-les-municipalites-sont-au-rendez-vous-pour-participer-a-la-relance-economique/>

Van Groenou, S. (2019). Accelerating city climate action with high resolution geospatial data. Repéré à <https://medium.com/google-earth/accelerating-city-climate-action-with-high-resolution-geospatial-data-f7b489c9e9f6>

Ville de Magog et Enviro-accès. (2010). *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Ville de Magog pour l'année 2008*. Magog, Québec, Canada : auteur

Ville de Magog et Enviro-accès. (2012). *Plan d'action visant la réduction des émissions de GES*. Magog, Québec, Canada : auteur

- Ville de Montréal. (2019). *Émissions de gaz à effet de serre de la collectivité montréalaise : inventaire 2015*. Repéré à [http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/INVENTAIRECOLLECTIVITEGES\\_2015.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO_FR/MEDIA/DOCUMENTS/INVENTAIRECOLLECTIVITEGES_2015.PDF)
- Ville de Sherbrooke. (s. d.). Marche au ralenti : une réglementation sur la marche au ralenti des moteurs des véhicules à combustion. Repéré à <https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/sous-site/environnement/preservation-de-lenvironnement/reduction-des-gaz-a-effet-de-serre/marche-au-ralenti/>
- Ville de Sherbrooke. (2019). Suivi du Plan d'action visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre 2010-2015 : résumé de suivi [Document interne]. Sherbrooke, Québec, Canada : auteur
- Ville de Sherbrooke et Enviro-accès. (2012). *Plan d'action visant la réduction des émissions de GES : ville de Sherbrooke 2010-2015*. Repéré à [https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/environnementsherbrooke.ca/Neutralisation/2012-11-22\\_Rapport\\_final\\_revise\\_plan\\_d\\_action\\_de\\_reduction\\_GES\\_-\\_Ville\\_de\\_Sherbrooke.pdf](https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/environnementsherbrooke.ca/Neutralisation/2012-11-22_Rapport_final_revise_plan_d_action_de_reduction_GES_-_Ville_de_Sherbrooke.pdf)
- Ville de Sherbrooke et Enviro-accès. (2018). *Inventaire des émissions de GES de la ville de Sherbrooke : mise à jour 2016*. Repéré à [https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/environnementsherbrooke.ca/Neutralisation/2019-0172\\_Annexe\\_1\\_Inventaire\\_GES\\_Sherbrooke\\_2016.pdf](https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/environnementsherbrooke.ca/Neutralisation/2019-0172_Annexe_1_Inventaire_GES_Sherbrooke_2016.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*. Repéré à [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](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 Bank. (s. d.). Electric power transmission and distribution losses: Canada. Repéré à <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS?locations=CA>
- World Resources Institute (WRI) et World Business Council For Sustainable Development (WBCSD). (s. d.a). *Greenhouse Gas Protocol: FAQ*. Repéré à [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/FAQ.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/FAQ.pdf)
- World Resources Institute (WRI) et World Business Council For Sustainable Development (WBCSD). (s. d.b). Calculation tools. Repéré à [https://ghgprotocol.org/calculation-tools#cross\\_sector\\_tools\\_id](https://ghgprotocol.org/calculation-tools#cross_sector_tools_id)
- 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*. Repéré à [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP\\_GPC\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC_0.pdf)

**ANNEXE 1 – Liste des projets sélectionnés pour les volets 1 et 2 dans le cadre de CM2 (tiré de :  
MELCC, s. d.)**

**Volet 1**

<b>Organismes municipaux</b>	<b>Études</b>	<b>Montants octroyés</b>
MRC du Haut-Saint-François et Ville de Sherbrooke	Étude d'opportunité pour l'affinage et la valorisation énergétique de biogaz de déchets urbains	32 000 \$
MRC de Papineau	Élaboration d'une stratégie de conservation de la biodiversité pour la MRC de Papineau	50 000 \$
Municipalité de Beaumont	Consolidation urbaine pour lutter contre les changements climatiques et s'adapter aux impacts de ces derniers	50 000 \$
Municipalité de canton de Saint-Camille	Étude d'optimisation de l'urbanisation afin de réduire à la source l'émission de GES sur le territoire de Saint-Camille	50 000 \$
Ville de Candiac	Étude pour l'aménagement d'un bassin de rétention d'eau sous la forme d'un parc fonctionnel	30 000 \$
Ville de Gatineau	Audit et étude opérationnelle pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre de la flotte de véhicules municipaux	50 000 \$
Ville de Joliette	Plan d'intervention et de plantation, foresterie urbaine	32 625 \$
Ville de Laval	Étude de quantification des réductions d'émissions de gaz à effet de serre et analyse de faisabilité d'actions et de projets de mobilité durable	50 000 \$
Ville de Montmagny	Étude de faisabilité sur l'utilisation de techniques de génie végétal visant la stabilisation d'une section de la berge du camping municipal Pointe-aux-Oies	34 200 \$
Ville de Richmond	Planification stratégique du transport actif de Richmond	30 000 \$
Ville de Rivière-du-Loup	Montage d'un répertoire présentant les mesures de lutte contre les changements climatiques et d'adaptation de Rivière-du-Loup et les obligations à respecter en la matière par les promoteurs dans le cadre de projets de développement municipaux	50 000 \$
Ville de Sainte-Anne-des-Plaines (SADP)	Évaluation des déplacements et faisabilité d'une offre de vélos collectifs	11 257 \$
Ville de Sainte-Julie	Étude visant à réduire l'empreinte écologique du Centre municipal Louis-Armand-Savaria	37 600 \$
Ville de Sainte-Marie	Évaluation du potentiel de consolidation du périmètre d'urbanisation afin de limiter les déplacements motorisés émetteurs de GES et identification des mesures d'aménagement contribuant à l'adaptation des milieux de vie aux effets des changements climatiques	50 000 \$
Ville de Tadoussac	Préparation à l'aménagement d'un stationnement écoresponsable	50 000 \$

**Volet 2**

<b>Organismes municipaux</b>	<b>Projets-pilotes</b>	<b>Montants octroyés</b>
Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine	Sensibilisation à la rénovation et à la construction pour accroître l'efficacité énergétique et réduire la consommation de mazout	356 958 \$
Municipalité d'Ascot Corner	Acquisition d'un système de bioaugmentation pour traiter les eaux usées	305 077 \$
MRC Brome-Missisquoi	Expérimentation d'infrastructures vertes en milieu urbain, agricole et montagneux pour améliorer la gestion des eaux pluviales	703 220 \$
MRC de Montmagny	Instauration d'un projet d'économie circulaire afin de réduire l'enfouissement de matières résiduelles et leur transport	59 700 \$
Ville de Laval	Renaturalisation de bretelles d'autoroute pour réduire les îlots de chaleur sur le territoire lavallois	929 075 \$
Ville de Lévis	Projet de verdissement du parc industriel de Bernières pour réduire les îlots de chaleur	762 526 \$
Ville de New Richmond	Plan de gestion intégrée de la zone côtière dans quatre municipalités de la Baie-des-Chaleurs pour faire face aux changements climatiques	381 343 \$
Ville de Victoriaville	Arriveenville.ca, développement d'un système de transport intelligent pour une mobilité efficace et durable	996 750 \$



ANNEXE 2 – Tableau comparatif des émissions de GES d’une administration municipale (tiré de : Ibrahim et al., 2012)

Table 2. 2009 Corporate GHG emissions inventory for New York City presented with four inventory frameworks, tCO<sub>2</sub>e.

	ICLEI	EC-CoM	WRI/ WBCSD	ISO
<i>Scope 1</i>				
Buildings and facilities	1,062,301	1,062,301	1,062,301	1,062,301
Physical or chemical processing	×	×	–	×
Energy use in water and wastewater treatment and distribution	444,728	444,728	444,728	444,728
Fugitive	×	×	11,354	×
Waste	102,548	×	102,548	102,548
Other	11,354	×	–	–
<i>Scope 2</i>				
Municipal public lighting and traffic lights	83,147	83,147	83,147	83,147
Electricity	×	×	1,401,245	×
Indirect emissions T&D	×	×	–	×
<i>Scope 3</i>				
Extraction and production of materials and fuels	×	×	–	×
Municipal fleet	424,259	424,259	424,259	424,259
Employee commute	15,239	×	15,239	15,239
Transport-related not in Scope 2	×	×	–	×
Electricity-related not in Scope 2	×	×	–	×
Use of products and services	×	×	–	×
Waste disposal	×	×	177,192	×
<b>Total</b>	<b>2,143,576</b>	<b>2,014,435</b>	<b>3,722,013</b>	<b>2,132,222</b>
<i>Per capita emissions</i>	<i>0.254</i>	<i>0.238</i>	<i>0.440</i>	<i>0.252</i>

Note: Based on 2009 GHG emissions inventory data from Dickinson and Desai (2010).

× = not required.

– = not determined.

### ANNEXE 3 – Tableau comparatif des émissions de GES de la collectivité selon quatre protocoles

(tiré de : Ibrahim et al., 2012)

Table 3. 2006 Community GHG emissions inventory for Shanghai presented with four inventory frameworks, tCO<sub>2</sub>e.

	ICLEI	EC-CoM	UN/WB	GRIP
<i>Scope 1</i>				
Stationary combustion	145,296,000	145,296,000	145,296,000	145,296,000
Mobile combustion	20,225,000	20,225,000	20,225,000	20,225,000
Waste/wastewater	3,086,000	3,086,000	3,086,000	3,086,000
Industrial processes	22,683,000	×	22,683,000	22,683,000
AFOLU	×	×	Not determined	Not determined
Fugitive/other	Not determined	×	Not determined	Not determined
<i>Scope 2</i>				
Electricity	25,899,000	25,899,000	25,899,000	25,899,000
District heating/cooling	Captured as Scope 1, takes place in-boundary			
<i>Scope 3</i>				
Electricity T&D Losses	×	×	1,771,000	1,771,000
Waste/wastewater	Captured as Scope 1, takes place in-boundary			
Aviation (domestic)	×	×	3,421,000	3,421,000
Aviation (international)	×	×	5,132,000	×
Marine fuels (domestic)	×	×	2,000,000	2,000,000
Marine fuels (international)	×	×	3,000,000	×
<b>Total</b>	<b>217,189,000</b>	<b>194,506,000</b>	<b>232,513,000</b>	<b>224,381,000</b>
<i>Per capita emissions</i>	<i>12.0</i>	<i>10.7</i>	<i>12.8</i>	<i>12.4</i>

Notes: analysis based on Shanghai inventory from Sugar, *et al.* (2011); Scope 3 T&D losses of 6.5% are removed from Scope 2 electricity values; Scope 1 electricity is under stationary emissions; Domestic and international aviation emissions estimated from total fuel use, assuming 40% domestic aviation, and 60% international aviation. × = not required.

ANNEXE 4 – Tableau comparatif des protocoles d’inventaire GES des municipalités (tiré de : Ibrahim et al., 2012)

Table 1. Similarities and differences between four leading reporting frameworks (IPCC requirements provided for comparison purposes).

	ICLEI	EC-CoM	UN/WB	GRIP	IPCC
<i>Boundaries and definitions of emissions attribution</i>					
Requires emissions bounded by geopolitical boundary	✓	✓	✓	✓	✓
Recognises WRI definitions of Scopes 1, 2, and 3 emissions	✓		✓		
<i>Sectors reported</i>					
Energy (Scopes 1 and 2: electricity, fossil fuel combustion, district heating/cooling)	✓	✓	✓	✓	✓
Electricity T&D losses (Scope 3)	Unclear		✓	✓	✓
Aviation and marine emissions (Scope 3)	Optional		All	Domestic	Domestic
Industrial processes (Scope 1)	✓		✓	✓	✓
Waste and wastewater (Scope 1)	✓	✓	✓	✓	✓
Waste and wastewater (Scope 3)	✓		✓	✓	✓
AFOLU (Scope 1)	Optional		✓	✓	✓
<i>Treatment of life-cycle emissions</i>					
Encourages reporting upstream emissions from materials and fuel consumption	✓		✓		
Accepts a life-cycle assessment inventory as an alternative to a standard inventory		✓			
<i>Calculation methods</i>					
Requires an emission factor-based methodology	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Data precision</i>					
Allows estimates based on national statistics in the absence of precise activity data	✓		✓	✓	N/A
Allows use of IPCC default emission factors	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Reporting format</i>					
Requires reporting of activity data and emission factors used in calculations		✓	✓		✓
Requires reporting of data precision tier or level			✓	✓	✓
Requires energy emissions reported according to IPCC energy sub-sectors			✓	✓	✓
Requires energy emissions reported according to alternate sub-sectors	✓	✓			
Requires additional reporting of government operations (corporate emissions)	✓	✓			

## ANNEXE 5 – Exigences de PPC en matière de déclaration des inventaires municipaux et collectifs

(tiré de : FCM et ICLEI Canada, 2014)

**Tableau 1 : Exigences relatives aux inventaires municipaux**

Secteur d'activité/source d'émissions	Niveau	Exigences de PPC en matière de déclaration	Approche de comptabilisation recommandée
<b>Bâtiments et installations</b>			
Émissions provenant de la combustion stationnaire de combustibles (p. ex., gaz naturel, mazout)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de la vapeur ou de l'énergie achetées de systèmes énergétiques de quartier	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Véhicules de parc (incl. transport en commun)</b>			
Émissions provenant de la combustion de carburants (essence, diesel, GNC, etc.)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Éclairage public et feux de circulation</b>			
Émissions attribuables à l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions attribuables à la combustion stationnaire de combustibles (systèmes d'éclairage non connectés au réseau, génératrices, etc.)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Infrastructure d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées</b>			
Émissions provenant de la combustion stationnaire de combustibles (p. ex., gaz naturel, mazout)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions des procédés et émissions fugitives du traitement des eaux usées et des rejets	Niveau 1	Facultatif	<i>Demandez des données</i>
<b>Déchets solides</b>			

Émissions prévues (futures) en aval attribuables à l'élimination des déchets solides municipaux	Niveau 3	Minimum	Modèle d'engagement relatif au méthane
Émissions provenant des sites d'enfouissement, des installations d'incinération de déchets ou des installations de compostage appartenant à la municipalité	Niveau 1	Recommandé	Données sur le captage des gaz d'enfouissement ou modèle de décomposition de
<b>Voyages d'affaires du personnel</b>			
Émissions attribuables à la combustion de carburants (essence, diesel, carburéacteur, etc.)	Niveau 3	Facultatif	Distance parcourue
<b>Navetage des employés</b>			
Émissions provenant de la combustion de carburants (essence, diesel, etc.) par le personnel pendant les déplacements en provenance et à destination du travail	Niveau 3	Facultatif	Enquête

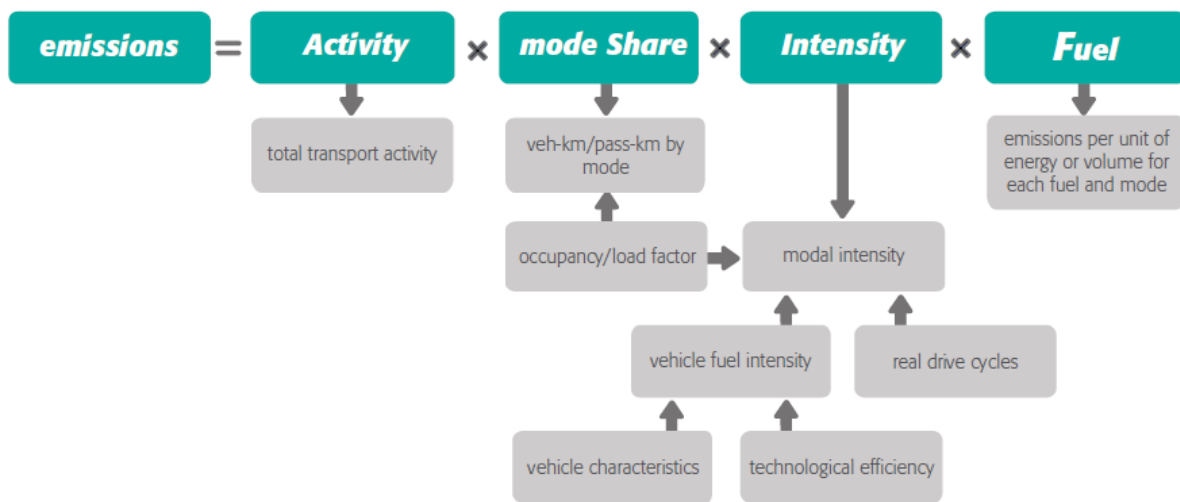
**Tableau 2 : Exigences relatives aux inventaires communautaires**

Secteur d'activité/source d'émissions	Niveau	Exigences de PPC en matière de déclaration	Approches de comptabilisation recommandées
<b>Consommation d'énergie dans le secteur résidentiel</b>			
Émissions attribuables à la combustion stationnaire de combustibles (gaz naturel, mazout, etc.)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions attribuables à l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions attribuables à la vapeur ou à l'énergie achetées des systèmes énergétiques de quartier	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Consommation d'énergie dans le secteur commercial et institutionnel</b>			
Émissions attribuables à la combustion stationnaire de combustibles (gaz, naturel, mazout, etc.)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de la vapeur et de l'énergie achetées des systèmes énergétiques de quartier	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Consommation d'énergie dans le secteur industriel</b>			
Émissions attribuables à la combustion stationnaire de combustibles (gaz, naturel, mazout, etc.)	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de l'électricité achetée	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions provenant de la vapeur et de l'énergie achetées des systèmes énergétiques de quartier	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Transport routier</b>			
Émissions d'échappement de véhicules circulant dans la collectivité	Niveau 1	Obligatoire	Ventes au détail de carburants, kilomètres-véhicules parcourus ou immatriculation des véhicules

Émissions provenant de l'électricité utilisée par les véhicules circulant dans la collectivité	Niveau 2	Obligatoire	
<b>Transports en commun locaux</b>			
Émissions de la combustion des réseaux ferroviaires ou de transport en commun locaux	Niveau 1	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
Émissions attribuables à la consommation d'électricité des réseaux ferroviaires ou de transport en commun locaux	Niveau 2	Obligatoire	Données sur la consommation réelle
<b>Déchets solides</b>			
Émissions prévues (futures) en aval provenant de l'élimination des déchets solides de la collectivité	Niveau 3	Minimum	Modèle d'engagement relatif au méthane
Émissions des sites d'enfouissement, des installations d'incinération de déchets et des installations de compostage établis dans les limites de la collectivité	Niveau 1	Recommandé	Données sur le captage des gaz d'enfouissement ou modèle de décomposition de premier ordre
<b>Agriculture</b>			
Émissions de méthane provenant de la fermentation entérique	Niveau 1	Facultatif	Dénombrements du bétail
Émissions de méthane provenant de l'utilisation du fumier	Niveau 1	Facultatif	Dénombrements du bétail
<b>Procédés industriels</b>			
Émissions non liées à l'énergie attribuables aux procédés industriels (produits minéraux, industries chimiques, production de métal, etc.)	Niveau 1	Facultatif	<i>Demandez des données</i>
<b>Émissions fugitives</b>			
Émissions fugitives provenant de la production, de la transformation, du transport, de l'entreposage et de la livraison de combustibles fossiles	Niveau 1	Facultatif	<i>Demandez des données</i>

ANNEXE 6 – ASIF framework (tiré de : Schipper et al., 2009 dans WRI et al., 2014)

Figure 7.1 ASIF framework<sup>39</sup>



**ANNEXE 7 – Résultats par mode de transport pour la CMM en fonction de la méthode retenue et de la méthode de validation pour l’inventaire 2006** (tiré de : AECOM Tecslut inc., 2010)

**Tableau D-18** Approche méthodologique retenue et de validation, et résultats par mode de transport en 2006

Mode de transport	Émissions de GES (kt éq. CO <sub>2</sub> )	Méthode retenue	Validation des émissions de GES (kt éq. CO <sub>2</sub> )	Méthode de validation
Automobile	4 598	Vente de carburant : taxe de l'AMT et estimation des ventes de diesel	4 694	Émissions québécoises au prorata du parc de véhicules immatriculés sur le territoire de la CMM
Camion léger	2 960		3 022	
Motocyclette	27		28	
Autobus urbain	197	Consommation de diesel	3 055	Émissions québécoises au prorata du parc de véhicules immatriculés sur le territoire de la CMM
Autre type d'autobus	116	Estimation des ventes de diesel à partir des ventes québécoises		
Camion lourd	3 175			
Hors-route	408	Émissions québécoises au prorata du parc de véhicules hors-route	-	-
Transport ferroviaire léger <sup>(1)</sup>	24	Consommation de diesel Consommation d'électricité	-	-
Transport maritime	555	Émissions québécoises au prorata de la population	248	Émissions québécoises au prorata des activités
Transport ferroviaire lourd	347		-	
Transport aérien	509		980	

(1) Inclut la ligne de train électrifiée ainsi que le métro



## ANNEXE 8 – Liste des véhicules-kilomètres parcourues et leur efficacité de carburant par catégorie

(tiré de : Stantec, 2018)

Vehicle Classification	Estimated VKT / Year	Estimated Fuel Efficiency (L/100 km)
Diesel-HDV	67,213.2	33.7
Diesel-LDT	14,672.6	10.8
Diesel-LDV	10,836.5	7.2
Diesel-ORVE	3,500.0	8.9
E10-LDT	16,005.0	13.2
E10-LDV	11,503.6	8.9
Electric	10,691.0	12.8
Gasoline-HDV	42,575.2	32.9
Gasoline-HYBRID-LDT	16,005.0	10.0
Gasoline-HYBRID-LDV	13,968.0	7.0
Gasoline-LDT	10,742.5	12.3
Gasoline-LDV	37,225.6	9.2
Gasoline-ORVE	3,500.0	8.9
Motorcycle - Non catalyst	4,053.9	5.7
Natural Gas-LDT	12,583.4	8.3
Natural Gas-LDV	63,057.8	5.4

Natural Gas-ORVE	3,500.0	8.9
Propane-HDV	56,587.8	34.5
Propane-LDT	13,090.2	12.6
Propane-LDV	37,516.1	8.2
Diesel-HDV	67,213.2	33.7
Diesel-LDT	14,672.6	10.8
Diesel-LDV	10,836.5	7.2

ANNEXE 9 – Liste des méthodes de calcul des émissions reliées à la production de métaux  
(tiré de : WRI et al., 2014)

Emission sources	GHG emissions	Simplest approach for quantifying emissions	Source of active data	Link to default emission factor calculation
<b>Metallurgical coke production</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Assume that all coke made onsite at iron and steel production facilities is used onsite. Multiply default emission factors by coke production to calculate CO <sub>2</sub> and CH <sub>4</sub> emissions	Governmental agencies responsible for manufacturing statistics, business or industry trade associations, or individual iron and steel companies	Table 4.1 and Table 4.2 from Chapter 4 of Volume 3 of <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>
<b>Iron and steel production</b>		Multiply default emission factors by iron and steel production data		
<b>Ferroalloy production</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Multiply default emission factors by ferroalloy product type		
<b>Aluminum production</b>	CO <sub>2</sub>	Multiply default emission factors by aluminum product by different process	Aluminum production facilities	Table 4.10 from Chapter 4 of Volume 3 of <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>
<b>Magnesium production</b>	CO <sub>2</sub>	Multiply default emission factors by Magnesium product by raw material type	The magnesium production, casted/handled data and raw material type may be difficult to obtain. Inventory compiler may consult industry associations such as the International Magnesium Association.	Table 4.19 from Chapter 4 of Volume 3 of <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>
	SF <sub>6</sub>	Assume all SF <sub>6</sub> consumption in the magnesium industry segment is emitted as SF Estimate SF <sub>6</sub> by multiplying default emission factors by total amount of magnesium casted or handled.		Table 4.20 from Chapter 4 of Volume 3 of <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>
	HFC and other GHG emissions <sup>63</sup>	For HFC and other GHG gases, collect direct measurements or meaningful indirect data		Not applicable
<b>Lead production</b>	CO <sub>2</sub>	Multiply default emission factors by lead products by sources and furnace type	Governmental agencies responsible for manufacturing statistics, business or industry trade associations, or individual lead and zinc producers	Table 4.21 from Chapter 4 of Volume 3 of <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>
<b>Zinc production</b>	CO <sub>2</sub>	Multiply default emission factors by zinc production		Table 4.24 from Chapter 4 of Volume 3 of <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>

63. Others include fluorinated ketone and various fluorinated decomposition products e.g., PFCs

**ANNEXE 10 – Facteurs d’émissions des GES par unité pour les catégories de terres**  
(tiré de : Stantec, 2018)

<b>Sector</b>	<b>Emission Factor</b>	<b>Units</b>	<b>Source / Notes</b>
Forestland	556.33	tonnes / ha	Coastal Douglas-fir uproot and decay emission factor developed by Caroline Dymond (Forests, Lands, and Natural Resource Operations), using deforestation data, for Vancouver Island (2013). <a href="https://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Srs/Srs06.pdf">https://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Srs/Srs06.pdf</a>
Cropland	239.80	tonnes / ha	David Suzuki Foundation - <a href="http://www.davidsuzuki.org/publications/DSF_Peace_natcap_web_July_29%20copy.pdf">http://www.davidsuzuki.org/publications/DSF_Peace_natcap_web_July_29%20copy.pdf</a>
Grassland	205.70	tonnes / ha	David Suzuki Foundation - <a href="http://www.davidsuzuki.org/publications/DSF_Peace_natcap_web_July_29%20copy.pdf">http://www.davidsuzuki.org/publications/DSF_Peace_natcap_web_July_29%20copy.pdf</a> . Treed wetlands were assumed (this is a more conservative estimate than shrubbed wetlands).
Wetlands	471.50	tonnes / ha	David Suzuki Foundation - <a href="http://www.davidsuzuki.org/publications/DSF_Peace_natcap_web_July_29%20copy.pdf">http://www.davidsuzuki.org/publications/DSF_Peace_natcap_web_July_29%20copy.pdf</a> . Perennial cropland/pasture was assumed.
Settlements	0.00	tonnes / ha	No land use sink assumed.
Other	0.00	tonnes / ha	No land use sink assumed.
Forestland	0.66	tonnes / ha / year	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use - Chapter 4: Forests
Cropland	9.79	tonnes / ha / year	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use - Chapter 5: Grasslands
Grassland	8.05	tonnes / ha / year	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use - Chapter 7: Wetlands
Wetlands	6.50	tonnes / ha / year	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use - Chapter 5: Croplands
Settlements	0.00	tonnes / ha / year	No land use sink assumed.
Other	0.00	tonnes / ha / year	No land use sink assumed.

## ANNEXE 11 – Intégration de la valeur actuelle nette et du taux d’actualisation dans le plan d’atténuation

Comme mentionné dans le plan d’atténuation de la Ville de Sherbrooke, la VAN permet d’évaluer la faisabilité économique d’une action en se basant sur les coûts et les bénéfices générés par l’action (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Cependant, la Ville considère seulement les coûts et les bénéfices d’une action pour la période du plan d’atténuation, soit cinq ans (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). C’est donc dire que la VAN de chaque projet se base sur une évaluation des retombées économiques selon une durée fixe. Ce choix a été fait de manière consciente dans le but de standardiser l’information et comparer la faisabilité économique des projets selon la période du plan d’atténuation (Ville de Sherbrooke et Enviro-accès, 2012). Le choix d’une période relativement courte, de cinq ans par exemple, engendre une limite non négligeable.

Pour obtenir la VAN de chacun des projets, comme le fait la Ville et Enviro-accès dans son rapport, la formule mathématique doit tenir compte de l’intégration du taux actualisation. La formule suivante démontre la VAN d’un projet de manière simplifiée par Montmarquette et Scott (2007).

$$VAN = (C_t + B_{t+1}) / (1 + \rho)$$

- $C_t$  : Coût au temps 0
- $B_{t+1}$  : Bénéfice au temps 1
- $\rho$  : Taux d’actualisation
- $VAN$  : Valeur actuelle nette (positive ou négative)

Puisqu’il s’agit d’une notion économique importante et qu’elle suscite de nombreux débats durant l’évaluation des projets environnementaux (Montmarquette et Scott, 2007), il importe d’expliquer sommairement le concept de taux d’actualisation. La démarche mathématique pour décider du taux d’actualisation peut être complexe et comporter plusieurs subtilités à considérer. Par exemple, il est possible que le taux d’actualisation varie dans le temps. Il peut aussi décroître en fonction du temps écoulé entre le présent et la date à laquelle les événements se déroulent (Montmarquette et Scott, 2007), mais de telles notions avancées ne seront pas abordées. Le but n’est pas d’expliquer la mécanique de l’opération mathématique, mais de démontrer l’influence potentielle du taux d’actualisation sur les décisions finales.

Pour vulgariser le concept, l’essai s’inspire de l’explication donnée par Montmarquette et Scott (2007). L’essai démontre ensuite un exemple théorique simplifié à l’aide du tableau A11.1.

De façon typique, un projet débute avec une phase où les coûts sont plus importants que les bénéfices, puis est suivi d’une phase durant laquelle les bénéfices sont plus importants que les coûts (Montmarquette et Scott, 2007). Au terme du projet, la différence entre le total des coûts actualisés et des bénéfices actualisés permet d’obtenir la VAN du projet. Le terme « actualisé » sert à indiquer que le taux d’actualisation a été

pris en compte lors du calcul. Si un projet obtient une VAN négative au terme du projet, c'est-à-dire que les coûts sont plus importants que les bénéfices, sa faisabilité économique sera remise en question. En ce sens, si une organisation a le choix entre deux projets, la logique économique veut que l'organisation choisisse le projet dont la VAN est la plus élevée (Montmarquette et Scott, 2007).

Maintenant, le tableau A11.1 démontre l'effet du taux d'actualisation sur la valeur actuelle nette d'un projet dont les bénéfices nets sont calculés sur 50 ans. Le taux d'actualisation est utilisé pour exprimer la préférence temporelle des acteurs impliqués dans le projet. Le cas présent démontre trois agents économiques, soit l'agent A, l'agent B et l'agent C. Chacun de ces agents considère un taux d'actualisation différent. Une question est posée à ces agents : quel montant seriez-vous prêt à accepter aujourd'hui pour renoncer à des bénéfices nets étalés sur 50 ans? Le montant que chaque agent est prêt à accepter est représenté par la VAN. C'est donc dire que l'agent A est prêt à accepter aujourd'hui 608 039 \$ pour renoncer à ses bénéfices nets sur 50 ans. Si un montant inférieur lui est proposé, l'agent A préférera attendre d'obtenir ses bénéfices étalés sur 50 ans. De son côté, l'agent C, ayant un taux de 5 % ou étant plus impatient, est prêt à accepter 87 204 \$ aujourd'hui pour renoncer aux bénéfices étalés sur 50 ans.

**Tableau A11.1 Valeur actuelle nette en fonction du taux d'actualisation**

Agent économique	Taux d'actualisation	Bénéfices nets sur 50 ans	Valeur actuelle nette
Agent A	1 %	1 000 000 \$	608 039 \$
Agent B	3 %	1 000 000 \$	228 107 \$
Agent C	5 %	1 000 000 \$	87 204 \$

La raison qui justifie la présentation des notions ci-dessus est que l'essai souhaite éveiller l'esprit critique vis-à-vis de la VAN d'un projet, lorsque celle-ci s'insère dans le processus décisionnel. Ceci est encore plus vrai dans le cadre d'un projet environnemental dont les bénéfices peuvent être plus lointains. Comme le mentionnent Montmarquette et Scott (2007), « le secteur public possède des responsabilités à l'égard du bien commun qui transcendent les besoins ou intérêts immédiats ». Ce faisant, les gouvernements locaux représentant la population actuelle, mais assurant aussi la pérennité des prochaines générations, sont appelés à être plus patients que l'entreprise privée ou le citoyen (Montmarquette et Scott, 2007). Les gouvernements locaux pourraient donc employer un taux d'actualisation plus faible que celui qu'utiliserait une entreprise privée. Par le fait même, l'essai souhaite démontrer la partie subjective liée au taux d'actualisation employé lors du calcul de faisabilité économique et nuancer la VAN des projets présentés dans le tableau 4.1. Par exemple, l'économiste Nicholas Stern préconiserait un taux se rapprochant de 1 %, tandis que William Nordhaus préconiserait un taux entre 3 % et 5 % (European Community, 2008).

Dans le cadre d'un projet s'étalant sur des dizaines d'années comme celui du site de biométhanisation de Valoris, le résultat de la VAN sur cinq ans a une portée limitée. Si une VAN est négative pour cette période de cinq ans, elle peut être positive en étendant la période d'évaluation sur des dizaines d'années. Sans connaître la structure de coût du projet de Valoris, il est normal qu'un investissement important comme celui d'un site de biométhanisation obtienne une VAN négative lorsque les coûts et les bénéfices ne sont actualisés que pour les cinq premières années du projet. La période de retour sur l'investissement de ce type d'infrastructure demande plus de temps. La période de retour peut aussi être influencée par plusieurs aléas comme un changement soudain dans la réglementation ou une hausse du prix des énergies fossiles. Face à l'inclusion de ces aspects économiques dans le plan d'atténuation de la Ville de Sherbrooke, l'essai s'interroge quant à l'importance qu'a pu avoir la VAN lors de la mise en œuvre des actions ou durant la priorisation de celles à mettre en œuvre plus rapidement. Il s'agirait d'une piste intéressante pour d'éventuelles recherches.

**ANNEXE 12 – Exemple de données sur la consommation d'énergie par secteur d'activité**  
(tiré de : RNC, 2017)

<b>Secteur commercial et institutionnel</b>					
<b>Québec</b>					
<b>Tableau 1 : Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES par source d'énergie</b>					
	<b>1990</b>		<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Consommation totale d'énergie (PJ)</b>	<b>126.6</b>		<b>174.6</b>	<b>172.6</b>	<b>176.0</b>
<b>Consommation d'énergie par source d'énergie (PJ)</b>					
Électricité	51.9		84.0	82.5	82.8
Gaz naturel	50.9		71.5	72.9	76.1
Mazouts légers et kérosène	18.1		11.3	9.1	9.3
Mazouts lourds	3.1		0.2	0.3	0.4
Vapeur	0.0		0.0	0.0	0.0
Autres	2.7		7.5	7.8	7.5
<b>Part (%)</b>					
Électricité	41.0		48.1	47.8	47.0
Gaz naturel	40.2		41.0	42.2	43.2
Mazouts légers et kérosène	14.3		6.5	5.2	5.3
Mazouts lourds	2.4		0.1	0.2	0.2
Vapeur	0.0		0.0	0.0	0.0
Autres	2.1		4.3	4.5	4.2
<b>Activité</b>					
Surface de plancher totale (millions m <sup>2</sup> )	99.8		143.5	143.7	144.2
Intensité énergétique (GJ/m <sup>2</sup> )	<b>1.24</b>		<b>1.20</b>	<b>1.19</b>	<b>1.21</b>
<b>Émissions totales de GES <u>excluant</u> l'électricité (Mt éq CO<sup>2</sup>)</b>	<b>4.2</b>		<b>4.7</b>	<b>4.7</b>	<b>4.8</b>
<b>Émissions de GES par source d'énergie (Mt éq CO<sup>2</sup>)</b>					
Électricité	–		–	–	–
Gaz naturel	2.6		3.5	3.5	3.7
Mazouts légers et kérosène	1.3		0.8	0.6	0.6
Mazouts lourds	0.2		0.0	0.0	0.0
Vapeur	0.0		0.0	0.0	0.0
Autres	0.2		0.5	0.5	0.5
<b>Intensité en GES (tonnes/TJ)</b>	<b>33.4</b>		<b>27.1</b>	<b>27.1</b>	<b>27.5</b>
<b>Indice de degrés-jours de chauffage</b>	<b>0.92</b>		<b>0.96</b>	<b>0.92</b>	<b>0.96</b>
<b>Indice de degrés-jours de réfrigération</b>	<b>0.99</b>		<b>1.31</b>	<b>1.58</b>	<b>1.31</b>