



Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal

Mise à jour - juillet 2012

*Ministère du
Développement durable,
de l'Environnement,
de la Faune et des Parcs*


Québec 

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
2. PRINCIPES GÉNÉRAUX	4
2.1 Les gaz à effet de serre	4
2.2 Les champs de l'inventaire	4
2.3 La structure de l'inventaire.....	6
3. MÉTHODOLOGIE.....	7
3.1 Quelques considérations générales.....	7
3.1.1 L'année de référence	7
3.1.2 Les données populationnelles.....	8
3.1.3 La précision, la qualité et les sources des données	8
3.1.4 Les facteurs d'émission	9
3.1.5 Les facteurs de conversion des unités	9
3.2 L'inventaire corporatif.....	9
3.2.1 Bâtiments municipaux et autres installations	9
3.2.2 Équipements motorisés municipaux	17
3.2.3 Traitement des eaux usées	23
Production de CH ₄	24
Production de N ₂ O	26
3.2.4 Autres émissions dont la comptabilisation est facultative et qui ne sont pas couvertes par le programme Climat municipalités.....	27
3.3 L'inventaire collectif.....	28
3.3.1 Matières résiduelles	28
3.3.2 Transport routier et hors route	32
Références bibliographiques	35
Annexe 1 – Les gaz à effet de serre	38
Annexe 2 – Facteurs d'émission des véhicules légers et lourds, des camions légers, des motocyclettes et des véhicules hors route carburant à l'essence, au diesel, au gaz naturel ou au propane en fonction de leur type de dispositif	39

1. INTRODUCTION

Faire son inventaire des émissions de GES : quelques considérations préliminaires

L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'un organisme municipal est principalement basé sur la consommation énergétique et sur les émissions fugitives associées à l'élimination des matières résiduelles, au traitement des eaux usées et à l'utilisation de réfrigérants.

L'inventaire des émissions de GES d'un organisme municipal est un outil incontournable qui permet de déterminer la nature des sources les plus importantes de GES pour ensuite entreprendre les actions les plus pertinentes afin de réduire les émissions et, bien souvent, de diminuer les dépenses de fonctionnement. L'inventaire permet également de mieux gérer les dépenses en énergie et d'établir les actions qui contribueront à améliorer l'efficacité énergétique. Un organisme municipal peut réaliser des économies importantes en augmentant l'efficacité énergétique de ses bâtiments, de ses véhicules et de ses autres équipements.

L'inventaire est aussi un outil de référence à partir duquel il est possible de surveiller l'évolution des émissions de GES et l'efficacité des mesures mises en place. De plus, dans un éventuel système d'échange de crédits d'émissions, il pourrait être pratique pour un organisme municipal d'avoir une trace de ses émissions passées, bien que le présent guide ne permette pas de faire le calcul des réductions des émissions en vue de les utiliser comme crédits d'émissions de CO₂.

Notez qu'en raison de l'évolution constante des connaissances, des modifications pourraient être apportées périodiquement à ce guide.

2. PRINCIPES GÉNÉRAUX

2.1 Les gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre dont les émissions doivent être comptabilisées dans l'inventaire sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'hexafluorure de soufre (SF₆), les perfluorocarbures (PFC) et les hydrofluorocarbures (HFC). Dans la plupart des cas, les émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O proviennent de la combustion de carburant ainsi que du traitement des eaux et des matières résiduelles, alors que les PFC et les HFC proviennent de l'utilisation de réfrigérants dans les immeubles, les véhicules et les systèmes de suppression des incendies. Les gaz à effet de serre dont les émissions doivent être comptabilisées sont détaillés à l'annexe 1.

Les émissions de chaque gaz à effet de serre doivent être comptabilisées séparément, puis reportées en équivalent CO₂ (CO₂ éq.), selon le potentiel de réchauffement planétaire (PRP) qui leur est associé, et ce, pour un horizon de 100 ans. Le PRP du CO₂ est de 1, tandis que celui du CH₄ est de 21, ce qui signifie qu'une tonne de CH₄ équivaut à 21 tonnes de CO₂. Il est important d'utiliser les potentiels de réchauffement planétaire disponibles à l'adresse suivante : http://unfccc.int/ghg_emissions_data/items/3825.php.

Selon les recommandations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les émissions de CO₂ qui proviennent de la combustion ou de la décomposition de la biomasse ne doivent pas être comptabilisées dans l'inventaire des gaz à effet de serre de la municipalité. Toutefois, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs recommande que ces données figurent dans l'inventaire à titre informatif. Enfin, les émissions des autres gaz résultant de la combustion ou de la décomposition de la biomasse, soit le CH₄ et le N₂O, doivent être comptabilisées.

2.2 Les champs de l'inventaire

Un inventaire des émissions de GES peut se faire suivant différents champs, lesquels correspondent au type de contrôle d'une organisation par rapport à un secteur d'activité donné.

Le premier champ correspond aux activités sur lesquelles l'organisme municipal exerce un contrôle direct (ses bâtiments, par exemple). À l'intérieur de ce champ, l'organisme municipal peut agir directement pour réduire ses émissions.

Le deuxième champ comprend les émissions générées par un service dont l'organisme municipal est responsable, mais qui est assuré par une autre organisation. Il peut s'agir d'un sous-traitant qui assure le déneigement pour le compte d'une municipalité, ou d'une municipalité qui effectue la collecte des matières résiduelles d'une municipalité voisine. Dans ce cas, l'organisme municipal a un contrôle indirect sur la réduction des émissions, c'est-à-dire qu'il peut agir, mais indirectement, selon les termes d'un contrat qui le lie à l'entité qui assure directement le service. Les deux questions suivantes peuvent vous aider à déterminer quelles sont les activités à inclure dans le deuxième champ de comptabilisation :

- Le service en sous-traitance est-il normalement assuré par l'organisme municipal?
- L'organisme municipal peut-il exercer une influence sur les émissions liées à l'activité en sous-traitance?

Soulignons que le degré d'exactitude exigé pour calculer les émissions du deuxième champ est inférieur à celui exigé pour le calcul des émissions directes et des émissions indirectes liées à la consommation d'électricité. En effet, les données nécessaires au calcul de ces émissions sont plus difficiles d'accès. Des estimations pourraient donc convenir.

Le troisième champ regroupe toutes les autres émissions de GES sur un territoire donné. Le critère géographique sert à établir la frontière de ce dernier champ.

L'aide financière offerte en vertu du programme Climat municipalités ne s'applique pas aux secteurs dont la comptabilisation des émissions est facultative, tels que les secteurs résidentiel, institutionnel, commercial, industriel et de l'agriculture. Afin d'assurer une certaine cohérence dans les inventaires, le Ministère demande aux organismes municipaux qui intègrent ces éléments facultatifs de bien les distinguer du volet des émissions dont la déclaration est considérée comme obligatoire.

2.3 La structure de l'inventaire

Afin de bien distinguer les émissions associées aux activités comprises dans les deux premiers champs décrits précédemment de celles associées aux activités s'étendant à l'ensemble du territoire, l'inventaire de l'organisme municipal doit être divisé en deux sections, soit l'inventaire corporatif et l'inventaire collectif.

L'inventaire corporatif englobe les émissions associées aux activités propres à l'administration municipale. Les secteurs suivants doivent être considérés dans cet inventaire :

- les bâtiments municipaux et les autres installations, comprenant entre autres les infrastructures pour le traitement de l'eau potable, l'éclairage et la signalisation;
- les véhicules et les équipements motorisés, tels que la flotte municipale et les équipements utilisés pour le traitement des eaux potable et usées, comme les pompes et les génératrices, ainsi que les véhicules et les équipements motorisés des sous-traitants (service de collecte des matières résiduelles, de déneigement, de collecte des boues de fosses septiques, etc.);
- le traitement des eaux usées.

Chacun de ces trois secteurs doit inclure les deux premiers champs expliqués à la section 2.2, soit le champ qui concerne les activités sur lesquelles l'organisation municipale exerce un contrôle direct et le champ qui comprend les émissions générées par les activités dont l'organisme municipal est responsable, mais qui sont assurées par une autre organisation (un sous-traitant, une organisation paramunicipale, une autre municipalité, etc.).

De plus, pour chacun de ces trois secteurs, il existe deux types d'émissions : les émissions directes et les émissions indirectes. Les émissions directes proviennent de sources de combustion fixes (utilisation de combustibles pour le chauffage) et mobiles (utilisation d'essence ou de diesel pour le fonctionnement des véhicules), auxquelles s'ajoutent les émissions attribuables au traitement des eaux usées (les émissions de N_2O causées par le rejet d'azote dans des milieux aquatiques et les émissions de CH_4

provenant de la décomposition anaérobie des boues de fosses septiques) et les émissions fugitives (résultant notamment de l'utilisation de réfrigérants). Les émissions indirectes sont quant à elles attribuables à la consommation d'énergie produite à l'extérieur du territoire considéré dans l'inventaire. L'utilisation d'électricité au Québec est un bon exemple d'émissions indirectes. En effet, un certain pourcentage de l'électricité produite au Québec (environ 5 % selon les années) provient de centrales thermiques qui émettent des gaz à effet de serre. Ainsi, la consommation d'électricité au sein de la municipalité engendre des émissions à l'extérieur du territoire municipal, là où l'électricité a été produite.

L'inventaire collectif doit quant à lui faire état des émissions produites par des activités s'étendant à l'ensemble du territoire de l'organisme municipal. Or, les organismes municipaux du Québec ont des compétences en matière d'aménagement du territoire, d'urbanisme, de transport en commun, de voirie et de stationnement, en plus d'être responsables de la gestion des matières résiduelles sur leur territoire. Conséquemment, l'inventaire collectif doit comprendre les gaz à effet de serre émis par les matières résiduelles produites sur le territoire de la municipalité ainsi que les émissions qui sont engendrées par le transport routier et hors route.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Quelques considérations générales

Les méthodes et les connaissances en matière de calcul des émissions de gaz à effet de serre évoluent rapidement. Il importe donc de bien documenter les façons dont les calculs sont effectués et d'ajuster la méthodologie utilisée dans l'inventaire aux plus récentes normes en vigueur.

3.1.1 L'année de référence

Dans le programme Climat municipalités, l'année de référence correspond à la première année de comptabilisation des émissions. Avant de commencer l'inventaire, il convient donc de choisir l'année de référence, à laquelle les émissions de gaz à effet de serre des

années futures seront comparées pour connaître leur évolution. Il est recommandé de choisir l'année de référence en considérant l'accessibilité des données (il peut être difficile de retracer la consommation énergétique d'il y a plus de 15 ans, par exemple) et la réalisation d'actions récentes qui engendreraient une diminution des émissions de gaz à effet de serre. Il est également fortement recommandé de prévoir la fréquence à laquelle l'inventaire sera mis à jour (préférentiellement tous les deux ans), de façon à mesurer le rendement des efforts que l'organisme municipal aura entrepris pour réduire ses émissions.

3.1.2 Les données populationnelles

Dans le cadre du programme Climat municipalités, les données relatives à la population présentées dans l'inventaire et utilisées dans les calculs doivent provenir de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ). Les données propres aux MRC et aux municipalités sont disponibles à l'adresse suivante :

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

3.1.3 La précision, la qualité et les sources des données

Les données collectées et utilisées dans les calculs des émissions peuvent présenter différents degrés d'exactitude. Le présent guide propose différentes méthodologies à utiliser selon la qualité et la précision des données disponibles.

La méthode la plus précise, et donc la plus recommandée, consiste à se baser sur les données les plus exactes possible. Par exemple, dans le cas de l'utilisation d'électricité, le calcul le plus précis se baserait sur la consommation réelle d'électricité (en kWh), et dans le cas de l'utilisation de combustible par la flotte municipale, le calcul le plus précis reposerait sur la quantité exacte de carburant consommé. Ces données ne sont toutefois pas toujours disponibles. C'est pourquoi des méthodes estimatives sont présentées dans ce guide. Notez que, pour un secteur donné, la première méthode présentée est la plus précise, alors que les suivantes constituent les méthodes estimatives disponibles.

Dans tous les cas, l'inventaire doit préciser la source de toutes les données utilisées et, lorsqu'il s'agit d'estimations, il doit indiquer le détail des hypothèses ou des calculs utilisés pour arriver à ces estimations.

3.1.4 Les facteurs d'émission

Les facteurs d'émission, aussi appelés coefficients d'émission, sont utilisés pour convertir des données d'activité, comme les quantités de combustible consommé, en quantité de gaz à effet de serre émis. Il importe d'utiliser les facteurs d'émission les plus récents et provenant de références fiables, comme Environnement Canada et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. L'utilisation de facteurs d'émission provenant d'autres sources doit être justifiée dans l'inventaire.

3.1.5 Les facteurs de conversion des unités

Advenant la nécessité de convertir certaines unités énergétiques, volumiques ou massiques, vous devez utiliser une charte établie, telle que celle élaborée par Statistique Canada. On trouve cette charte à l'adresse suivante :

<http://www.statcan.gc.ca/pub/57-601-x/2008001/5208439-fra.htm>.

3.2 L'inventaire corporatif

L'inventaire corporatif doit faire état des émissions de gaz à effet de serre en provenance des bâtiments municipaux et des autres installations, des véhicules et des équipements motorisés municipaux, ainsi que du traitement des eaux usées. Les différentes méthodes recommandées pour calculer ces émissions sont présentées ci-dessous.

3.2.1 Bâtiments municipaux et autres installations

La section « Bâtiments municipaux et autres installations » de l'inventaire comprend toutes les installations dont la Ville est propriétaire ou qu'elle loue à d'autres utilisateurs. Bien que la liste suivante ne soit pas exhaustive, les installations qui y sont mentionnées doivent être considérées dans cette section : les bâtiments appartenant aux services de police et d'incendie, les immeubles de bureaux des employés municipaux, l'hôtel de ville,

les bibliothèques, les garages municipaux, les centres culturels ou sportifs appartenant à l'organisme municipal, les logements appartenant à l'office municipal d'habitation, les équipements d'éclairage et de signalisation, les installations et les bâtiments utilisés pour le traitement de l'eau potable, les installations servant au triage des matières résiduelles, etc.

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

- les émissions directes provenant d'une source de combustion fixe;
- les émissions indirectes provenant de la consommation d'électricité;
- les émissions fugitives provenant des systèmes de réfrigération.

3.2.1.1 Les émissions directes provenant d'une source de combustion fixe

Les bâtiments municipaux et les autres installations peuvent utiliser des combustibles tels que le gaz naturel, le propane et le mazout. L'utilisation de ces combustibles engendre des émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O.

Il s'agit, d'abord, de calculer la consommation annuelle de chaque combustible et de convertir cette consommation en émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O en utilisant les facteurs d'émission appropriés. Pour ce faire, les facteurs d'émission présentés à l'annexe 8 du Rapport d'inventaire national (RIN) d'Environnement Canada doivent être employés. Par la suite, il faut reporter les émissions de CH₄ et de N₂O en CO₂ éq. en utilisant les potentiels de réchauffement planétaire de chacun de ces gaz. Notez que la version la plus à jour du RIN doit être utilisée au moment de la réalisation de l'inventaire.

Tableau 1 : Facteurs d'émission associés à la combustion fixe des combustibles les plus répandus, en fonction du type d'utilisation qui doit être considéré dans le cadre du programme Climat municipalités

Combustible	Utilisation	Coefficient d'émission			Unité
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diesel	(Ne s'applique pas)	2663	0,133	0,4	g/L
Gaz naturel	Résidentielle, construction, commerciale et institutionnelle, agriculture	1878	0,037	0,035	g/m ³
Kérosène	Foresterie, construction, administration publique, commerciale et institutionnelle	2534	0,026	0,031	g/L
Mazout léger	Foresterie, construction, administration publique, commerciale et institutionnelle	2725	0,026	0,031	g/L
Mazout lourd	Résidentielle, foresterie, construction, administration publique, etc.	3124	0,057	0,064	g/L
Propane	Toute autre utilisation	1510	0,024	0,108	g/L

Source : Adapté du Rapport d'inventaire national (RIN) 1990-2010, partie 2, pages 221 à 223.

Méthode estimative

Si la quantité de combustible utilisé pour une ou plusieurs installations est inconnue, il est possible de l'estimer, soit en se basant sur la consommation d'une année passée, soit à partir d'une installation comparable dont la consommation de carburant est connue.

Dans le premier cas, il s'agit de déterminer la quantité de combustible utilisé pour une année donnée, de la diviser par les degrés-jours de chauffage pour cette même année, puis de la multiplier par les degrés-jours de chauffage pour l'année d'inventaire. On obtient alors la quantité de combustible estimée pour l'année donnée et on peut déterminer la quantité d'émissions de GES à partir de la méthode exposée précédemment. Les degrés-jours de chauffage pour le Québec sont indiqués au tableau A14-6 du RIN 1990-2009 d'Environnement Canada.

Dans le second cas, la consommation de carburant d'une installation donnée peut être estimée à partir de la consommation connue de carburant d'une installation comparable

du point de vue de la fonction, de l'âge, des heures de fonctionnement, du nombre d'occupants ainsi que du type de système de chauffage ou de refroidissement. Il suffit de diviser la consommation annuelle connue par la superficie de l'installation correspondante et de multiplier ce résultat par la superficie de l'installation dont on cherche à établir la consommation. On calcule ensuite les émissions de gaz à effet de serre associées à cette consommation en utilisant la méthode décrite précédemment. Précisons que cette méthode doit seulement être utilisée pour calculer la consommation des installations de taille réduite, et non pour un ensemble de bâtiments d'importance.

3.2.1.2 Émissions indirectes provenant de la consommation d'électricité

Comme il a été mentionné précédemment, la consommation d'électricité engendre des émissions indirectes de gaz à effet de serre puisque celles-ci ne se produisent pas sur le territoire où l'énergie est consommée. Au Québec, les émissions associées à la consommation d'électricité sont minimales étant donné que la proportion d'énergie renouvelable produite ici est d'environ 95 %. Les facteurs d'émission annuels rattachés à la consommation d'électricité au Québec sont les suivants :

CO ₂	CH ₄	N ₂ O
2 g CO ₂ /kWh	0,0002 g CH ₄ /kWh	0,0001 g N ₂ O/kWh

Source : Adapté du Rapport d'inventaire national (RIN) 1990-2010, partie 3, page 41

Il est possible d'estimer la consommation d'électricité à partir des données d'une année antérieure (en utilisant les degrés-jours de chauffage) ou de la consommation d'électricité d'une installation comparable (en tenant compte de la superficie de l'installation pour laquelle les émissions sont estimées).

Considérations particulières concernant la consommation d'électricité des systèmes d'éclairage des rues et de signalisation

Les données de consommation d'électricité des appareils servant à l'éclairage des rues et à la signalisation n'étant pas toujours disponibles, il est possible d'en estimer la consommation en déterminant la puissance (en watts) ainsi que les heures d'utilisation de chacun des groupes de lampadaires et de feux de circulation. Afin d'estimer leur

consommation annuelle d'électricité, il faut multiplier la puissance totale par le nombre d'heures de fonctionnement (bien souvent de 10 à 13 heures par jour dans le cas des systèmes d'éclairage) et par le nombre de jours pendant lesquels ces systèmes fonctionnent au cours d'une année. Il faut ensuite diviser ce produit par 1000 afin d'obtenir des kWh. On peut alors calculer les émissions de CO₂ associées à la consommation d'électricité pour l'éclairage et la signalisation d'après la méthode décrite précédemment pour le calcul des émissions indirectes de CO₂ associées à la consommation d'électricité.

3.2.1.3 Émissions fugitives provenant des systèmes de réfrigération et de suppression des incendies

Les systèmes de réfrigération tels que les unités de climatisation, les refroidisseurs et les réfrigérateurs, de même que les systèmes de suppression des incendies contenant des HFC et PFC, émettent des gaz à effet de serre dont il faut tenir compte dans l'inventaire. Les HFC et les PFC, qui fuient lors du fonctionnement ou du remplissage des appareils, possèdent un potentiel de réchauffement planétaire élevé.

Les seuls réfrigérants qui doivent être considérés sont ceux visés par le protocole de Kyoto, à savoir les HFC et les PFC. Les autres réfrigérants, notamment les chlorofluorocarbures (CFC) et les hydrochlorofluorocarbures (HCFC), sont soumis au protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone et ne doivent pas être inclus dans l'inventaire.

Il est recommandé de calculer les émissions fugitives en déterminant l'inventaire initial de chaque catégorie de HFC et de PFC (The Climate Registry, 2008). Ainsi, les fuites pour une année donnée se calculent à partir de la formule suivante :

$$A - B + C - D - E$$

Où

A = Quantité de réfrigérants en stock (entreposés et non ceux dans les équipements) au début de l'année (exemples : cylindres ou autres types de recharges)

- B = Quantité de réfrigérants en stock (entreposés et non ceux dans les équipements) à la fin de cette même année (exemples : cylindres ou autres types de recharges)
- C = Quantité de réfrigérants acquis au cours de l'année (achetés ou revenus après recyclage)
- D = Quantité de réfrigérants vendus ou retournés
- E = Augmentation nette de la capacité totale (capacité totale des nouveaux équipements acquis au cours de l'année – capacité totale des équipements retirés au cours de l'année)

Les fuites de chaque type de HFC et de PFC (en tonnes) doivent ensuite être multipliées par le potentiel de réchauffement approprié.

Méthode estimative

Les fuites de HFC et de PFC utilisés dans les équipements de refroidissement ou de climatisation des bâtiments municipaux peuvent être estimées. Pour ce faire, on doit d'abord dresser l'inventaire des différents types d'équipements de climatisation ou de refroidissement utilisés par la Municipalité, en notant bien la capacité de chargement (charge [kg]) de ces équipements et la nature des HFC et des PFC qu'ils contiennent. Dans le cas où la capacité des équipements inventoriés serait inconnue, il est recommandé d'utiliser la charge la plus élevée du tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Estimation de la charge, de la durée de vie et des facteurs d'émission des systèmes de réfrigération et de climatisation

	Facteurs dans l'équation				
	Charge (kg)	Émission initiale k (% de la charge initiale)	Émission de fonctionnement x (% de la charge initiale/année)	Charge initiale restante y (% de la charge initiale)	Efficacité de récupération z (% restant)
Réfrigération domestique	0,05-0,5	0,2 %	0,1 %	80 %	70 %
Applications commerciales indépendantes	0,2-6	0,5 %	1 %	80 %	70 %
Réfrigération commerciale, moyenne et grande	50-2000	0,5 %	10 %	100 %	70 %
Réfrigération industrielle comprenant la transformation des aliments et la conservation par le froid	10-10 000	0,5 %	7 %	100 %	90 %
Refroidisseurs	10-2000	0,2 %	2 %	100 %	95 %
Climatisation commerciale et résidentielle, y compris les pompes à chaleur	0,5-100	0,2 %	1 %	80 %	80 %

Source : Adapté des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, volume 3, chapitre 7, tableau 7.9.

Il faut ensuite estimer les émissions annuelles (en tonnes) pour chaque type de réfrigérant en utilisant l'équation proposée ci-dessous, sans oublier de convertir ces émissions en unités de CO₂ éq.

$$\text{Émissions annuelles totales} = \frac{[(Q_n \times k) + (C \times X \times A) + (Q_d \times Y \times (1 - Z))]}{1000}$$

Où

Q_n = Quantité de réfrigérant ajouté aux nouveaux équipements (kg)*

k = Émission initiale (%)*

C = Capacité totale de l'équipement (kg)

X = Émission de fonctionnement (%)

A = Nombre d'années d'utilisation**

Q_d = Capacité des équipements non utilisés (kg)***

Y = Charge initiale restante (%)***

Z = Efficacité de récupération (%)***

* : Omettre si aucun équipement n'a été installé ou si l'équipement a été rempli au préalable par le manufacturier.

** : A = 1 puisque les émissions sont calculées sur une base annuelle (ou une fraction si l'équipement n'a servi que quelques mois durant l'année).

*** : Omettre si aucun équipement n'a été retiré durant l'année.

Les systèmes de suppression des incendies peuvent également entraîner des émissions fugitives lorsqu'il y a utilisation d'agents contenant des HFC (tel le FM-200) ou des PFC. Ceux-ci sont parfois utilisés dans des systèmes de saturation (gicleurs) en milieux sensibles, où le recours à l'eau est déconseillé. On pense ici aux bibliothèques, aux salles informatiques ou à tout autre endroit où l'usage de ces agents est adapté à la protection des biens. Si un ou plusieurs des bâtiments de la Municipalité possèdent ce genre de système, l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis propose une méthode d'estimation qui consiste à multiplier la capacité de l'équipement par un facteur d'émission de 1,5 %. Pour les systèmes mobiles (portatifs), le facteur d'émission est de 2 % (EPA, 2008).

La section « Bâtiments municipaux et autres installations » de l'inventaire sert à connaître la quantité d'émissions de gaz à effet de serre imputable au chauffage, à la climatisation, à la ventilation, à l'éclairage et au fonctionnement des autres équipements dans les bâtiments. Elle dresse en outre un portrait de l'efficacité énergétique des bâtiments. Il s'agit donc d'un outil précieux pour déterminer les actions qui pourraient améliorer la performance des différents bâtiments municipaux et ainsi diminuer leur consommation énergétique (et, par le fait même, les factures d'énergie).

3.2.2 Équipements motorisés municipaux

La section « Équipements motorisés municipaux » comprend les émissions directes provenant du parc de véhicules utilisés par les employés de la Municipalité dans l'exercice de leurs fonctions, des camions servant à la collecte des matières résiduelles, des véhicules des services de police, d'incendie et d'entretien ainsi que de tout autre équipement motorisé (compresseur, rouleau compacteur, génératrice, surfaceuse, etc.) servant aux activités municipales courantes. Les activités données en sous-traitance, comme le déneigement ou la collecte des boues d'épuration et de fosses septiques¹, doivent aussi être prises en considération dans cette partie de l'inventaire. Soulignons que le parc de véhicules du service de transport collectif ne doit pas être inclus dans cette partie de l'inventaire, puisqu'il sera considéré dans la partie consacrée au transport routier (voir la section 3.3.2).

Les émissions relatives aux équipements motorisés se divisent en deux catégories. La première est constituée des émissions directes associées à l'utilisation de carburant dans les véhicules et les autres équipements motorisés, alors que la seconde comprend les émissions fugitives associées aux équipements de climatisation présents dans certains véhicules.

3.2.2.1 Émissions directes provenant de la combustion de carburant

Le carburant consommé par les véhicules et les autres équipements motorisés produit des émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O. La quantité de CO₂ émis est directement liée à la quantité de carburant consommé, tandis que les émissions de CH₄ et de N₂O dépendent davantage du type de technologie utilisée. Puisque les émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O associées au fonctionnement des véhicules et des autres équipements motorisés municipaux dépendent de la quantité de carburant consommé et du type de dispositif, le calcul des émissions doit être fait séparément pour chacun des véhicules ou des équipements motorisés. Ce calcul doit être basé sur les facteurs d'émission du RIN

¹ En ce qui concerne les boues de fosses septiques, si le service de collecte est assuré par le privé sans que la Municipalité s'en occupe, il peut être difficile d'obtenir les données relatives au transport des boues. Il est suggéré de communiquer avec les compagnies de gestion des boues desservant le territoire de la municipalité pour obtenir l'information nécessaire. En dernier recours, on peut poser comme hypothèse que les boues de fosses septiques sont transportées comme les matières résiduelles.

d'Environnement Canada 1999-2010. Les coefficients d'émission des différents types de véhicules sont présentés à l'annexe 8.

Toutefois, les simplifications suivantes sont acceptées :

- Tous les véhicules et camions légers, à essence ou à moteur diesel, peuvent être classés dans la catégorie « Véhicules légers à essence de niveau 2 ».
- Tous les véhicules lourds, à essence ou à moteur diesel, peuvent être classés dans la catégorie « Véhicules lourds à moteur diesel avec dispositif perfectionné ».
- Toutes les motocyclettes peuvent être classées dans la catégorie « Motocyclettes avec système sans catalyseur ».
- Tous les véhicules hors route, à essence ou à moteur diesel, peuvent être classés dans la catégorie « Véhicules hors route à moteur diesel ».

Un tableau résumé des coefficients d'émission est présenté ci-dessous.

Tableau 3 : Facteurs d'émission des véhicules légers et lourds, des camions légers, des motocyclettes et des véhicules hors route carburant à l'essence, au diesel, au gaz naturel ou au propane en fonction de leur type de dispositif

Types de véhicules et de dispositifs (date de fabrication)	Coefficient d'émission (g/L)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Véhicules et camions légers à essence de niveau 2 (2004-...)	2289	0,14	0,022
Véhicules lourds à moteur diesel avec dispositif perfectionné (1996-...)	2663	0,11	0,151
Motocyclettes – système sans catalyseur (1996-...)	2289	0,77	0,041
Véhicules hors route à moteur diesel	2663	0,15	1,1
Véhicules au gaz naturel	1,89	9 x 10 ⁻³	6 x 10 ⁻⁵
Véhicules au propane	1510	0,64	0,028

Source : Environnement Canada, 2012.

Les émissions de CH₄ et de N₂O doivent être converties en tonnes métriques de CO₂ éq. à l'aide des potentiels de réchauffement planétaire appropriés.

Méthodes estimatives

Dans le cas où la quantité totale de carburant consommé par le parc de véhicules municipaux et les autres équipements motorisés ne serait pas disponible, trois méthodes estimatives peuvent être utilisées pour calculer les émissions. Afin de faciliter le travail lors de la mise à jour de l'inventaire, il serait approprié de mettre en place un système de suivi de la consommation de carburant des véhicules municipaux.

La première méthode consiste à estimer la consommation de carburant de chaque véhicule ou équipement à partir du nombre de kilomètres parcourus. Pour ce faire, il faut d'abord caractériser le parc de véhicules en indiquant le modèle, l'année et le type de carburant utilisé. Le kilométrage annuel par véhicule et l'efficacité énergétique qui lui est associée sont également nécessaires au calcul. Le *Guide de consommation de carburant* de l'Office de l'efficacité énergétique (Ressources naturelles Canada, 2010) et l'outil CELTU (Transport Canada, 2012) fournissent de précieux renseignements.

Le kilométrage parcouru doit ensuite être converti en quantité de carburant consommé. Les émissions de gaz à effet de serre peuvent enfin être estimées en suivant la méthode décrite précédemment.

La quantité de carburant consommé par l'ensemble des véhicules et des équipements motorisés municipaux peut aussi être estimée à l'aide des sommes dépensées par la Municipalité pour chaque carburant et du prix moyen de chacun de ces carburants. Le ministère des Ressources naturelles du Québec fournit le prix moyen des carburants selon les années à l'adresse suivante :

<http://www.mrn.gouv.qc.ca/energie/energie-prix-essence.jsp>.

Les sommes dépensées peuvent ainsi être converties en litres de carburant. On peut alors calculer les émissions de CO₂ en suivant la méthode décrite précédemment.

Enfin, les données de la consommation de carburant relative à une année antérieure peuvent être ajustées en fonction des changements apportés au parc de véhicules et d'équipements motorisés.

Biocarburant

Il se peut que des biocarburants, dont le biodiesel B5 et l'éthanol E10, soient utilisés pour alimenter les équipements motorisés municipaux. Si tel est le cas, il faut déterminer la consommation totale de chaque biocarburant et distinguer la partie « combustible fossile » de la partie « biomasse ». Il faut ensuite appliquer à chaque partie les coefficients d'émission de CO₂ appropriés. On peut trouver les coefficients d'émission pour le biodiesel et l'éthanol au tableau A8-11 de la partie 2 du RIN 1990-2010 d'Environnement Canada. Précisons que les émissions estimées de la partie « combustible fossile » doivent être comptabilisées, tandis que celles de la partie « biomasse » ne sont pas exigées, bien que leur déclaration soit suggérée.

Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant de l'utilisation de biocarburants tels que le biodiesel ou l'éthanol doivent être comptabilisées, même lorsqu'elles proviennent de la combustion de la biomasse. Dans le cas du biodiesel, les coefficients du diesel doivent être utilisés.

3.2.2.2 Émissions fugitives associées aux équipements de climatisation présents dans les véhicules

Certains véhicules municipaux sont équipés de systèmes de climatisation qui contiennent des HFC. Lorsqu'il y a une fuite, ces substances produisent d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Elles ont un fort potentiel de réchauffement planétaire. Par exemple, une tonne de HFC-134a correspond à 1300 tonnes de CO₂.

Les émissions relatives aux fuites de réfrigérants, à partir du bilan massique, se calculent comme suit :

$$A - B + C - D - E$$

Où

A = Quantité de réfrigérants en stock (entreposés et non ceux dans les équipements) au début de l'année (exemples : cylindres ou autres types de recharges)

B = Quantité de réfrigérants en stock (entreposés et non ceux dans les équipements) à la fin de cette même année (exemples : cylindres ou autres types de recharges)

C = Quantité de réfrigérants acquis au cours de l'année (achetés ou revenus après recyclage)

D = Quantité de réfrigérants vendus ou retournés

E = Augmentation nette de la capacité totale (capacité totale des nouveaux équipements acquis au cours de l'année – capacité totale des équipements retirés au cours de l'année)

Méthode estimative

Les fuites de HFC utilisés dans les équipements de refroidissement ou de climatisation des véhicules municipaux peuvent être estimées. Pour ce faire, on doit dresser l'inventaire des véhicules possédant un système de climatisation, en notant bien la capacité de chargement (charge [kg]) de ces équipements et la nature des HFC qu'ils contiennent. Advenant le cas où certaines données manqueraient, il est recommandé d'utiliser celles présentées dans le tableau 4.

Il est à noter que la catégorie « Fluide frigorigène de transport » s'applique entre autres aux systèmes réfrigérants utilisés lors du transport de marchandises, tandis que la

catégorie « Climatisation mobile » fait davantage référence aux systèmes de climatisation des véhicules voués au transport des personnes.

Tableau 4 : Estimation de la charge, de la durée de vie et des facteurs d'émission des fluides frigorigènes de transport et des équipements de climatisation mobile

	Facteurs dans l'équation				
	Charge (kg)	Émission initiale k (% de la charge initiale)	Émission de fonctionnement x (% de la charge initiale/année)	Charge initiale restante y (% de la charge initiale)	Efficacité de récupération z (% restant)
Fluide frigorigène de transport	3-8	0,2 %	15 %	50 %	70 %
Climatisation mobile	0,5-1,5	0,2 %	10 %	50 %	50 %

Source : Adapté des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, volume 3, chapitre 7, tableau 7.9.

Afin de déterminer la quantité émise de chaque réfrigérant, l'équation suivante doit ensuite être utilisée. Elle permet de calculer les émissions associées à l'installation, au fonctionnement ainsi qu'à la mise au rebut des équipements de réfrigération et de climatisation. Si aucun équipement n'a cessé d'être utilisé ou qu'aucun nouvel équipement n'a été installé, la portion correspondante de la formule peut être ignorée.

$$E_{AT} = \frac{[(Q_n \cdot k) + (C \cdot X \cdot A) + (Q_d \cdot y \cdot (1 - z))]}{1000}$$

Où :

E_{AT} = Émissions annuelles totales

Q_n = Quantité de réfrigérant ajouté aux nouveaux équipements (kg)*

k = Émission initiale (%)*

C = Capacité totale de l'équipement (kg)

X = Émission de fonctionnement (%)

A = Nombre d'années d'utilisation (est égal à 1 ou à une fraction de l'année)

Q_d = Capacité des équipements non utilisés (kg)**

y = Charge initiale restante (%)**

z = Efficacité de récupération (%)**

* : Omettre si aucun équipement n'a été installé ou si l'équipement a été rempli au préalable par le fabricant.

** : Omettre si aucun équipement n'a été retiré durant l'année.

Les émissions de HFC doivent ensuite être converties en CO₂ éq., selon le potentiel de réchauffement approprié. Précisons que certains réfrigérants contiennent des mélanges de HFC.

3.2.3 Traitement des eaux usées

D'entrée de jeu, soulignons que la présente section ne traite pas des émissions dues au fonctionnement d'équipements motorisés servant au traitement des eaux usées (génératrices, pompes). Ces émissions doivent être incluses dans la partie de l'inventaire consacrée aux équipements motorisés municipaux. La présente section concerne uniquement les émissions de CH₄ et de N₂O produites par les eaux usées lors de réactions biochimiques.

On doit traiter les eaux usées domestiques afin d'enlever les matières organiques solubles, les solides en suspension, les organismes pathogènes ainsi que les contaminants chimiques. Les eaux usées peuvent émettre du méthane (CH₄) lorsqu'elles sont traitées ou éliminées de façon anaérobie, comme elles peuvent émettre de l'oxyde nitreux (N₂O).

Le tableau 5 présente les sources possibles de CH₄ et de N₂O liées au traitement des eaux usées.

Tableau 5 : Principales sources de CH₄ et de N₂O des eaux usées

Source	CH ₄	N ₂ O
Stations d'épuration aérobie des eaux usées avec capacité d'élimination d'azote ammoniacal (nitrification et dénitrification)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rejet d'effluents dans des rivières, lacs et estuaires	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rejet d'effluents dans des rivières et lacs stagnants, pauvres en oxygène	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lagunes anaérobies	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réacteurs anaérobies	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Traitement anaérobie des boues	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fosses septiques	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fosses à ciel ouvert / latrines	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Source : Adapté des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, volume 5, chapitre 6, tableau 6.1.

Production de CH₄

La production de CH₄ résulte directement de la décomposition anaérobie de la matière organique présente dans les eaux usées. La génération de CH₄ dépend fondamentalement de la quantité de matière organique dégradable mesurée par la demande biochimique d'oxygène (DBO₅) et la demande chimique d'oxygène (DCO). Les principaux facteurs environnementaux qui influencent la production de méthane sont : la concentration d'oxygène, le temps de rétention, le pH, la température et la présence de bactéries méthanogènes.

Comme le révèle le tableau 5, les systèmes d'épuration et les voies qui alimentent les environnements anaérobies produisent en général du CH₄, tandis que les systèmes qui alimentent les environnements aérobies produisent peu ou pas du tout de CH₄.

En tenant compte des systèmes habituellement utilisés pour l'épuration des eaux usées, on constate que les fosses septiques résidentielles constituent la principale source de CH₄ dans les municipalités.

Pour calculer les émissions qui y sont associées, il est recommandé d'utiliser la formule présentée ci-dessous, tirée du chapitre 6 des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Pour appliquer cette formule, il faut connaître le nombre de personnes dont les eaux usées sont envoyées dans les fosses septiques, la fréquence de la vidange des fosses ainsi que le volume des boues qui en sont extraites.

$$\text{Émissions de CH}_4 = (P \times \text{DBO} - \text{DBO}_{\text{Boue}}) \times \text{FE}_{\text{CH}_4} / 1000 \text{ (tonnes de CH}_4\text{)}$$

Où

P = Population desservie par une fosse septique (nombre de personnes)

DBO = Demande biologique en oxygène dans les eaux usées (18,25 kg DBO/personne/année) (Environnement Canada, 2012. RIN 1990-2010, partie 2, p. 179)

DBO_{Boue} = Quantité de DBO dans les boues qui ont été vidangées (kg DBO/année)

FE_{CH₄} = Facteur d'émission du CH₄ (0,18 kg CH₄/kg DBO)
= B₀ x FCM

Où

B₀ = Capacité maximale de production de CH₄ (Environnement Canada, 2012. RIN 1990-2010, partie 2, p. 179).

FCM = Facteur de correction du CH₄ (GIEC, 2006. Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 5, chapitre 6, tableau 6.3.)

On obtient la valeur de DBO_{Boue} en multipliant par $7,5 \text{ kg DBO/m}^3$ le volume (m^3) des boues vidangées par année pour l'ensemble des fosses considérées (Santé Canada, 2004).

On peut obtenir le volume de boues vidangées à partir des données fournies par la compagnie de gestion de boues de fosses septiques. Si cette donnée n'est pas disponible, le volume de boues vidangées peut être évalué à $3,4 \text{ m}^3/\text{fosse}$ (AOMGMR, 2001), pour une vidange tous les deux ans. Le volume de boues vidangées annuellement sera donc de $1,7 \text{ m}^3/\text{fosse}$.

On estime la population desservie par une fosse septique en multipliant le nombre de fosses septiques par le nombre de personnes par ménage (2,39) (ISQ, 2009).

Toutefois, si plus de 95 % de la population est raccordée au réseau d'égouts, il est possible de négliger les fosses septiques présentes sur le territoire et de considérer que toute la population dirige ses eaux usées vers le réseau d'égouts de la municipalité.

Il est à noter qu'en plus des émissions fugitives, les émissions dues au transport des boues de fosses septiques et à leur enfouissement ou à leur incinération (le cas échéant) doivent être comptabilisées dans l'inventaire, respectivement dans les sections « Équipements motorisés » et « Matières résiduelles ».

Production de N_2O

Les émissions d'oxyde nitreux (N_2O) peuvent provenir directement des stations ou des installations d'épuration, ou indirectement des eaux usées après le rejet de l'effluent dans des cours d'eau, des lacs ou dans la mer.

Pour calculer les émissions de N_2O dues au traitement des eaux usées, il est suggéré d'utiliser le facteur d'émission présenté à l'annexe 3 du RIN d'Environnement Canada 1999-2010. Étant donné que le calcul est basé sur la taille de la population, les données de population fournies par l'Institut de la statistique du Québec doivent être utilisées.

Il est possible qu'une partie de la population ne soit pas raccordée au réseau d'égouts municipal. Dans ce cas, les émissions de N₂O qui résultent du traitement des eaux usées en provenance du réseau d'égouts doivent être calculées en fonction de la population raccordée au réseau, plutôt qu'à partir de l'ensemble de la population.

$$\text{Émission de N}_2\text{O} = P \times \text{FE}_{\text{N}_2\text{O}} / 1000 \text{ (tonnes de N}_2\text{O)}$$

Où

P = Population desservie par le réseau d'égouts (nombre de personnes)

FE_{N₂O} = Facteur d'émission du N₂O (0,094 kg N₂O/personne/an) (Environnement Canada, 2012. RIN 1990-2010, partie 1, p. 210).

Finalement, si le traitement des eaux usées est effectué à l'extérieur du territoire de la municipalité et que celle-ci n'exerce aucun contrôle sur ces activités, les émissions doivent être considérées dans le deuxième champ de comptabilisation, soit celui qui correspond aux activités dont l'organisme municipal est responsable, mais en délègue l'exécution.

3.2.4 Autres émissions dont la comptabilisation est facultative et qui ne sont pas couvertes par le programme Climat municipalités

Selon les particularités de l'organisme municipal, il est possible d'ajouter à l'inventaire certaines émissions de GES liées à l'administration municipale. Soulignons toutefois que les coûts relatifs au calcul des émissions dont la comptabilisation est facultative ne sont pas admissibles à un remboursement en vertu du programme. Beaucoup d'organismes municipaux dans le monde ont décidé d'inclure dans leur inventaire les émissions produites par le déplacement de leurs employés pour se rendre au travail. Pour ce faire, le site du Greenhouse Gas Protocol offre différents outils de calcul : <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>. Plus près de nous, la Ville de Sherbrooke a comptabilisé les émissions relatives au transport de ses employés.

La méthode souvent utilisée consiste à lancer un sondage auprès des employés de la Municipalité afin de connaître leurs habitudes de transport pour se rendre au travail (distance parcourue, moyen de transport utilisé). À partir de ces renseignements, il est possible d'estimer la quantité de GES attribuables au transport des employés municipaux pour se rendre au travail et d'implanter, le cas échéant, un programme de navettage durable.

Il se peut aussi que votre organisme municipal exerce d'autres activités qui engendrent des émissions de GES (production d'énergie, par exemple) qui sont facultatives selon le programme.

3.3 L'inventaire collectif

L'inventaire collectif englobe les émissions produites par des activités s'étendant à l'ensemble du territoire couvert par l'organisme municipal. Aux fins du programme Climat municipalités, l'inventaire collectif doit comprendre les gaz à effet de serre émis par les matières résiduelles produites sur le territoire de la municipalité ainsi que les émissions engendrées par le transport routier et hors route de la collectivité.

3.3.1 Matières résiduelles

La gestion des matières résiduelles a ceci de particulier que la responsabilité de son exploitation varie d'une municipalité à l'autre. En effet, dans certains cas, le site d'enfouissement est situé à l'intérieur du territoire, mais appartient à la Municipalité ou à une entreprise privée, alors que dans d'autres cas, les sites où sont traitées les matières résiduelles sont situés à l'extérieur du territoire municipal. Enfin, une municipalité peut également recevoir sur son territoire des matières résiduelles provenant d'autres municipalités. Dans ce cas, l'organisme municipal peut comptabiliser les émissions liées à ce site dans une classe à part afin d'éviter le double comptage. Étant donné que la gestion des matières résiduelles relève de la responsabilité des municipalités, mais concerne aussi chacun des citoyens, nous considérons que toutes les émissions provenant de ce secteur doivent être comptabilisées dans l'inventaire collectif.

Seules les émissions associées à la décomposition ou à l'incinération des matières résiduelles doivent être comptabilisées dans cette partie de l'inventaire. Les activités de collecte ou de triage, par exemple, doivent être comptabilisées soit dans la section « Bâtiments municipaux et autres installations », soit dans la section « Équipements motorisés municipaux », selon l'activité ou l'infrastructure.

Depuis 2001, les communautés métropolitaines, les MRC et les autres municipalités qui ne sont pas regroupées en MRC ont pour mandat d'établir, sur leur territoire respectif, un plan de gestion des matières résiduelles (PGMR). Les PGMR contiennent deux renseignements primordiaux pour l'inventaire des gaz à effet de serre d'une municipalité :

- 1) un inventaire des matières résiduelles produites sur leur territoire, qu'elles soient d'origine domestique, industrielle, commerciale, institutionnelle ou autre, et ce, selon le type de matières;
- 2) un recensement des installations de récupération, de valorisation ou d'élimination présentes sur le territoire.

Une fois ces renseignements obtenus, il faut tenir compte à la fois de l'enfouissement des matières résiduelles, qui produit du CH₄ et du CO₂, et de l'incinération des déchets, qui produit quant à elle du CO₂, du N₂O et du CH₄. En vertu du protocole de Kyoto, les émissions de CO₂ produites par l'enfouissement des matières résiduelles sont considérées comme provenant de la biomasse et ne sont donc pas comptabilisées. Il est toutefois suggéré d'en faire mention dans l'inventaire.

Les émissions de méthane engendrées par l'enfouissement des matières résiduelles peuvent être estimées à partir du modèle de calcul Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) conçu par l'Environmental Protection Agency aux États-Unis. On trouve le guide d'utilisation de cet outil de calcul à l'adresse suivante : <http://www.epa.gov/ttnatc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>.

D'après ce modèle, les émissions de méthane sont calculées en considérant, d'une part, le potentiel de production de méthane (L₀) exprimé en m³ de CH₄ par tonne de déchets enfouis, et d'autre part, la constante du taux de production de CH₄ (k). Le potentiel L₀

est déterminé par la composition des déchets. Notez bien que la valeur du L_0 est exprimée en kg de CH_4 dans le RIN, alors qu'elle est exprimée en m^3 dans le modèle LandGEM. Une conversion de la valeur de L_0 est donc nécessaire avant d'entreprendre le calcul des émissions dans ce modèle (la masse volumique du méthane est de $0,67 \text{ kg}/m^3$ à 15 °C et 100 kPa). La constante k est régie par quatre facteurs, soit la teneur en humidité, la disponibilité des nutriments, le pH et la température. Notez que les paramètres L_0 et k varient dans le temps. Le tableau 6 présente les valeurs de ces deux paramètres.

Tableau 6 : Valeurs de k et L_0 pour le Québec de 1941 à aujourd'hui

Période	k	L_0 (kg de CH_4 /t de déchets)	L_0 (m^3 de CH_4 /t de déchets)
1941-1975	0,053	153,06	230
1976-1989	0,057	79,71	120
1990-2007	0,059	77,43	116
Moyenne 1976-2007	0,058	78,57	118

Source : Adapté du Rapport d'inventaire national 1990-2010, partie 1, pages 205 à 206.

Cependant, comme il n'y a pas une différence significative entre les valeurs des paramètres k et L_0 des périodes 1976-1989 et 1990-2007, il est possible d'utiliser les valeurs moyennes de k et L_0 présentées dans le tableau 6.

Le calcul des émissions de GES dues à l'enfouissement des matières résiduelles exige que l'on connaisse le tonnage annuel passé des déchets envoyés à l'enfouissement. Considérant l'année d'ouverture des premiers lieux d'enfouissement sanitaires au Québec, à la suite de l'entrée en vigueur du Règlement sur les déchets solides en 1978, l'inventaire des gaz à effet de serre produit dans le cadre du programme Climat municipalités doit tenir compte du tonnage de matières résiduelles envoyées à

l'enfouissement au cours des 30 années précédant l'année de référence. On peut estimer les données de tonnage manquantes pour cette période minimale de 30 ans en calculant le tonnage moyen de matières résiduelles par habitant pour les années connues, et en multipliant ce coefficient par la population de l'année pour laquelle on veut estimer le tonnage.

Les types de matières résiduelles à considérer pour les calculs des émissions de méthane attribuables à l'enfouissement sont les matières résiduelles des secteurs municipal, institutionnel, commercial et industriel (ICI). Les résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD) ne doivent pas être considérés dans ce calcul : vu leur faible teneur en matière organique, ils produisent peu de méthane.

Pour l'enfouissement des boues de stations d'épuration et des boues de fosses septiques, il faut tenir compte du fait que le modèle LandGEM suppose une siccité des matières résiduelles de 70 %. Par conséquent, il est important de convertir le tonnage de boues d'épuration et de boues de fosses septiques (le cas échéant) à cette siccité de 70 %. À cette fin, à défaut d'avoir une valeur exacte fournie par la Municipalité ou par l'entreprise responsable de la collecte, on peut supposer une siccité des boues de 20 %.

Il est également important de tenir compte du captage de biogaz pour calculer la quantité nette de méthane émis. Si les données d'efficacité de captage de biogaz ne sont pas disponibles, nous vous suggérons de les estimer à 75 % (California Air resources Board, 2010).

En ce qui a trait aux émissions de N₂O générées lors de l'incinération des matières résiduelles, elles peuvent être calculées à partir d'un coefficient moyen, qui figure à l'annexe 3 du RIN d'Environnement Canada.

Les émissions de CO₂ produites lors de l'incinération de certaines matières doivent être comptabilisées dans l'inventaire. En fait, ce sont les émissions de CO₂ associées à la combustion de matières carbonées d'origine fossile (telles que le plastique et le caoutchouc) qui doivent être comptabilisées et présentées dans votre inventaire. Ces matières représentent 8 % de tous les déchets domestiques incinérés (Ressources

naturelles Canada, 2006). Les émissions de GES peuvent être calculées à partir de l'équation suivante :

$$E_{INC.} = T_{INC.} \times \%C \times \frac{PM_{CO_2}}{PM_C}$$

Où

$E_{INC.}$ = Émissions de GES dues à l'incinération de déchets

$T_{INC.}$ = Tonnes de déchets incinérés

$\%C$ = Pourcentage de C contenu dans les déchets incinérés = 80 %

PM_{CO_2} = Poids moléculaire du CO_2 = 44

PM_C = Poids moléculaire du C = 12

Les émissions de CO_2 engendrées lors de la combustion de la biomasse n'ont pas à être comptabilisées dans l'inventaire. Il est tout de même recommandé de les présenter à titre informatif.

Enfin, soulignons que les quantités de CH_4 émis lors de l'incinération des matières résiduelles sont négligeables, excepté en ce qui a trait aux boues d'épuration et aux boues de fosses septiques. Le coefficient d'émission du CH_4 relatif à l'incinération des biosolides se trouve également à l'annexe 3 du RIN d'Environnement Canada.

3.3.2 Transport routier et hors route

Le transport routier comprend les automobiles, les camions légers, les motocyclettes, les camions lourds et les autobus qui circulent sur les routes situées à l'intérieur du territoire municipal, y compris les véhicules servant au transport en commun, dont ceux des sociétés de transport (privées ou publiques). À ces différents moyens de transport s'ajoute le transport hors route, qui rassemble différents véhicules tels que les véhicules

tout-terrain et les motoneiges². Notez que les émissions relatives au transport aérien, ferroviaire et maritime n'ont pas à être considérées dans l'inventaire.

Diverses méthodes existent pour estimer les émissions liées au transport routier et hors route. L'une d'elles consiste à utiliser les émissions associées au transport de l'ensemble du Québec, présentées dans le RIN 1990-2010 d'Environnement Canada, et à les ramener à l'échelle du territoire municipal, à partir du nombre de véhicules qui y sont immatriculés selon les données de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ).

Les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports au Québec sont présentées au tableau A14-10 de la partie 3 du RIN 1990-2010 d'Environnement Canada. Les émissions de tous les véhicules du transport routier et des véhicules hors route doivent être utilisées. Pour ce qui est des données de la SAAQ, elles sont présentées à l'annexe F de chaque bilan annuel concernant les accidents, le parc automobile et les permis de conduire, et ce, selon la MRC ou l'entité équivalente. On trouve le bilan annuel 2011 de la SAAQ à l'adresse suivante :

<http://www.saaq.gouv.qc.ca/rdsr/sites/files/12012003.pdf>

Les données précises quant au nombre de véhicules immatriculés pour une municipalité donnée peuvent être obtenues auprès de la SAAQ, moyennant quelques frais. L'ensemble des véhicules à considérer avec les données de la SAAQ correspond aux catégories suivantes :

- « Utilisation promenade »;
- « Utilisation institutionnelle, professionnelle et commerciale »;
- « Utilisation hors réseau ».

À noter que les catégories « Autobus » et « Autobus scolaire » figurent dans les tableaux de la SAAQ, mais pas dans l'inventaire canadien. En effet, dans l'inventaire canadien, les autobus sont comptabilisés dans la catégorie des véhicules lourds.

² Selon Environnement Canada, le transport hors route rassemble divers véhicules et équipements tels que les véhicules et motocyclettes tout-terrain, les tracteurs, les niveleuses, les rétrocaveuses, les souffleuses à neige et les chariots élévateurs. La SAAQ utilise plutôt le terme *hors réseau* pour qualifier cette catégorie de véhicules.

Différentes méthodes permettent de connaître les émissions attribuées à ces catégories. Par exemple, on peut considérer les émissions des autobus comme équivalentes à celles des camions lourds et tout simplement déterminer ces émissions en calculant la proportion d'autobus et d'autobus scolaires par rapport à l'ensemble des véhicules lourds de la municipalité. Cette donnée peut être calculée facilement à partir des tableaux de la SAAQ cités précédemment.

Une autre approche consiste à utiliser le *Guide de données sur la consommation d'énergie (Canada)* de l'Office de l'efficacité énergétique pour calculer les émissions de ces catégories. On trouve ce guide à l'adresse suivante :

http://www.oeenrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/guide_tran_ca.cfm?attr=0

À noter que le nombre de véhicules présents dans les catégories « Autres » des tableaux « Utilisation hors réseau » et « Utilisation institutionnelle, professionnelle ou commerciale » doit être réparti également entre les types de véhicules suivants (1/3 chacun) :

- Motocyclettes;
- Véhicules lourds;
- Véhicules hors route.

Soulignons que le total obtenu de cette façon comprend les émissions de tous les véhicules immatriculés sur le territoire, y compris le parc de véhicules de l'organisme municipal, dont les émissions sont déjà comptabilisées ailleurs dans l'inventaire. Il est donc important de soustraire des émissions liées au transport routier et hors route les émissions associées à la consommation de carburant des équipements motorisés, à l'exception de ceux qui ne sont pas immatriculés, tels que les génératrices, les compresseurs, les rouleaux compacteurs, les scies à chaîne, certaines souffleuses à neige et à feuilles, etc.

Références bibliographiques

AOMGMR (Association des organismes municipaux de gestion des matières résiduelles), 2001. *Guide d'élaboration d'un plan de gestion des matières résiduelles*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :
<http://www.aomgmr.com/guide/Guide%20de%20l'AOMGMR.pdf>

California Air Resources Board, California Climate Action Registry, ICLEI – Local Governments for Sustainability, The Climate Registry, 2010. *Local Government Operations Protocol. For the Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions Inventories*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :
<http://www.theclimateregistry.org/downloads/2010/05/2010-05-06-LGO-1.1.pdf>

Canadian Standards Association, 2006. *Greenhouse Gases. Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals (ISO-14064-I)*, 20 pages.

Environnement Canada, 2012. *Rapport d'inventaire national 1990-2010 :sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*. Disponible à l'adresse suivante :
<http://www.ec.gc.ca/publications/default.asp?lang=Fr&xml=A91164E0-7CEB-4D61-841C-BEA8BAA223F9>

Greenhouse Gas Protocol, 2011. *Calculation Tools – All Tools*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2006. *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/index.html>

ICLEI – Local Governments for Sustainability, 2009. *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :
http://www.iclei.org/fileadmin/user_upload/documents/Global/Progams/CCP/Standards/ICLEI IEAP 2009.pdf

ISQ (Institut de la statistique du Québec), 2009. *Perspectives démographiques du Québec et des régions, 2006-2056*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :
http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/demograp/pdf2009/perspectives2006_2056.pdf

Institut de la statistique du Québec, 2011. *Données démographiques régionales*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/index.htm#municip

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 2011. *Information sur le prix de l'essence*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.mrn.gouv.qc.ca/energie/energie-prix-essence.jsp>.

Ressources naturelles Canada, 2006. *Analyse des possibilités de récupération des ressources au Canada et prévision des retombées sur les émissions de gaz à effet de serre*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/minerals-metals/files/pdf/mms-smm/busi-indu/rad-rad/pdf/rrd2-fra.pdf>

Ressources naturelles Canada, 2008. *Guide de données sur la consommation d'énergie (Canada)*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.oee.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/guide_tran_ca.cfm?attr=0

Ressources naturelles Canada, 2010. *Guide de consommation de carburant 2010*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://oee.rncan.gc.ca/transports/outils/cotescarburant/guide-consommation-carburant-2010.pdf>

Santé Canada, 2004. *Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé. La gestion des eaux usées et des boues* (chapitre 8, p. 8-21).

Sinclair, R., 2006. *Analyse des possibilités de récupération des ressources au Canada et prévision des retombées sur les émissions de gaz à effet de serre*.

Statistique Canada, 2008. *Guide statistique de l'énergie*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.statcan.gc.ca/pub/57-601-x/2008001/5208439-fra.htm>

Société de l'assurance automobile du Québec, 2012. *Dossier statistique. Bilan 2011 – Accidents, parc automobile et permis de conduire*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.saaq.gouv.qc.ca/rdsr/sites/files/12012003.pdf>

The Climate Registry, 2008. *General Reporting Protocol, Version 1.1*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.theclimateregistry.org/downloads/GRP.pdf>

Transport Canada, 2012. *Calculateur d'émissions liées au transport urbain (CELTU)*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://wwwapps.tc.gc.ca/Prog/2/UTEC-CETU/FuelEfficiency.aspx?lang=fre>

United Nations Framework Convention on Climate Change, 1995. *Global Warming Potentials*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://unfccc.int/ghg_emissions_data/items/3825.php

United States Environmental Protection Agency, 2005. *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide*. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.epa.gov/ttnatc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>

United States Environmental Protection Agency, 2008. *Direct HFC and PFC Emissions from Use of Refrigeration and Air Conditioning Equipment*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :

<http://www.epa.gov/climateleaders/documents/resources/mfgrfg.pdf>

Ville de Québec et Tecsalt inc., 2008. *Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre de l'agglomération de Québec. Rapport final*. Disponible en ligne à l'adresse suivante :

http://www.ville.quebec.qc.ca/publications/docs_ville/rapport_inventaire_ges_2008.pdf

Annexe 1 – Les gaz à effet de serre

Gaz à effet de serre	Formule
Dioxyde de carbone	CO ₂
Méthane	CH ₄
Oxyde nitreux	N ₂ O
Hexafluorure de soufre	SF ₆
Hydrofluorocarbures :	HFC
HFC-23	CHF ₃
HFC-32	CH ₂ F ₂
HFC-41	CH ₃ F
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅
Perfluorocarbure	PFC
Perfluorométhane	CF ₄
Perfluoroéthane	C ₂ F ₆
Perfluoropropane	C ₃ F ₈
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄

Annexe 2 – Facteurs d’émission des véhicules légers et lourds, des camions légers, des motocyclettes et des véhicules hors route carburant à l’essence, au diesel, au gaz naturel ou au propane en fonction de leur type de dispositif

Types de véhicule et de dispositif (date de fabrication)	Coefficient d’émission (g/L)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
VÉHICULES À ESSENCE			
Véhicules légers à essence			
Niveau 2 (2004-...)	2289	0,14	0,022
Niveau 1 (1995-2003)	2289	0,23	0,47
Niveau 0 (1986-1994)	2289	0,32	0,66
Convertisseur catalytique d’oxydation (1975-1985)	2289	0,52	0,2
Système sans catalyseur (1960-1974)	2289	0,46	0,028
Camions légers à essence			
Niveau 2 (2004-...)	2289	0,14	0,022
Niveau 1 (1995-2003)	2289	0,24	0,58
Niveau 0 (1986-1994)	2289	0,21	0,66
Convertisseur catalytique d’oxydation (1975-1985)	2289	0,43	0,2
Système sans catalyseur (1960-1974)	2289	0,56	0,028
Véhicules lourds à essence			
Catalyseur à trois voies (1996-...)	2289	0,068	0,2
Système sans catalyseur (1985-1995)	2289	0,29	0,047
Sans dispositif (1960-1984)	2289	0,49	0,084
Motocyclettes			
Système sans catalyseur (1996-...)	2289	0,77	0,041
Sans dispositif (1960-1995)	2289	2,3	0,048
Véhicules hors route à essence	2289	2,7	0,05

Types de véhicule et de dispositif (date de fabrication)	Coefficient d'émission (g/L)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
VÉHICULES À MOTEUR DIESEL			
Véhicules légers à moteur diesel			
Dispositif perfectionné (1996-...)	2663	0,051	0,22
Dispositif à efficacité modérée (1983-1995)	2663	0,068	0,21
Sans dispositif (1960-1982)	2663	0,1	0,16
Camions légers à moteur diesel			
Dispositif perfectionné (1996-...)	2663	0,068	0,22
Dispositif à efficacité modérée (1983-1995)	2663	0,068	0,21
Sans dispositif (1960-1982)	2663	0,085	0,16
Véhicules lourds à moteur diesel			
Dispositif perfectionné (1996-...)	2663	0,11	0,151
Dispositif à efficacité modérée (1983-1995)	2663	0,14	0,082
Sans dispositif (1960-1982)	2663	0,15	0,075
Véhicules hors route à moteur diesel	2663	0,15	1,1
Véhicules au gaz naturel	1,89	9×10^{-3}	6×10^{-5}
Véhicules au propane	1510	0,64	0,028

Source : Adapté du Rapport national d'inventaire (RIN) 1990-2010 d'Environnement Canada, Partie 2, tableau A8-11.