

SOLUTIONS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR LES MUNICIPALITÉS  
QUÉBÉCOISES

Par

Mathieu Muir

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue  
de l'obtention du grade de maître en environnement (M. ENV.)

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, décembre 2009

## IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

### SOLUTIONS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR LES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES

Mathieu Muir

Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Sous la direction de François Roberge

Université de Sherbrooke

décembre 2009

Mots clés : gaz à effet de serre, municipalité, inventaire, plan d'action, réduction émission, programme Climat municipalités, transport, matière résiduelle, traitement des eaux usées, efficacité énergétique.

Puisque plus de la moitié des émissions canadiennes de GES sont directement ou indirectement liées aux municipalités, il est d'importance majeure que ces dernières posent des actions pour réduire leurs émissions de GES, afin que le Canada atteigne ses objectifs de réduction. La revue des inventaires municipaux déjà réalisés démontre que le transport de la collectivité est majoritairement, pour la province de Québec, la source principale d'émission de GES dans les secteurs municipaux, suivi du traitement des matières résiduelles et des consommations énergétiques des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel. L'objectif de cet essai est de fournir aux municipalités un outil pour les aider à se doter d'un plan d'action pour la réduction de leurs émissions de GES. Un tableau qui résume les actions applicables aux municipalités québécoises constitue cet outil. Chacune de ces actions a été mise en lien avec les programmes d'aide technique et financière correspondants.

## SOMMAIRE

Pour entamer la lutte contre les changements climatiques, dus à l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, de nombreux pays, dont le Canada, se sont fixé des objectifs de réduction de leurs émissions de GES. Puisque plus de la moitié des émissions canadiennes de GES sont directement ou indirectement liées aux municipalités (Allard, 2009), il est d'importance majeure que ces dernières posent des actions pour réduire leurs émissions de GES, pour que le Canada atteigne ses objectifs de réduction.

Le gouvernement du Québec a lancé en avril 2009 le programme Climat municipalités, qui vient apporter un soutien financier aux municipalités qui veulent produire, ou mettre à jour, un inventaire des émissions de GES et élaborer un plan d'action visant leur réduction et un plan d'adaptation aux changements climatiques.

L'objectif de cet essai est de fournir aux municipalités un outil pour les aider à se doter d'un plan d'action pour la réduction de leurs émissions de GES. Comme l'inventaire des émissions de GES est la base sur laquelle reposent les plans d'action, la méthodologie de réalisation d'un inventaire est d'abord clairement définie.

La revue des différents plans d'action municipaux pour la réduction des émissions de GES a mené à une liste de mesures visant la réduction des émissions de GES dans tous les secteurs municipaux : bâtiments municipaux et autres installations, équipements motorisés municipaux, traitement des eaux usées, matières résiduelles, transport de la collectivité et consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et institutionnel. Cette revue a été faite aux niveaux québécois, canadien et international.

L'applicabilité de ces actions dans le contexte québécois a été évaluée selon deux critères : la disponibilité des ressources et des technologies requises, ainsi que les moyens financiers que possèdent les municipalités.

Pour pallier au fait qu'un grand nombre de ces actions demandent un investissement de la part des municipalités, une revue des programmes de soutien financier et technique, auxquels les municipalités sont admissibles, a été faite. Ces programmes couvrent tous les secteurs d'émission de GES.

Un tableau qui résume les actions applicables aux municipalités québécoises constitue l'outil créé pour les aider à se doter d'un plan d'action pour la réduction de leurs émissions de GES. Chacune de ces actions a été mise en lien avec les programmes d'aide correspondant.

Ces actions de réduction se divisent en trois groupes principaux :

- Les actions qui sont simples de mise en œuvre et qui ne requièrent pas beaucoup de dépenses de la part de la municipalité
- Les actions qui sont en lien avec un programme de financement, qui peut soutenir les municipalités dans la mise en œuvre de ces actions
- Les actions qui ont un retour sur l'investissement intéressant et qui permettent aux municipalités de faire des économies financières.

L'outil fourni dans cet essai permet aux municipalités québécoises de cibler les actions qui conviennent à leurs besoins et à leurs moyens techniques et financiers.

## **REMERCIEMENTS**

Sincères remerciements à toute l'équipe d'Enviro-accès qui m'a proposé de travailler sur ce sujet d'essai et qui m'a, plus en amont, initié au domaine des changements climatiques, qui sera partie intégrante de ma vie professionnelle. Remerciements particuliers à François Roberge, directeur de cet essai, pour son aide, ses commentaires éclairés et son grand talent pour rendre l'ambiance de travail agréable.

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1
1 L'INVENTAIRE DES GAZ À EFFET DE SERRE POUR LES MUNICIPALITÉS .....	4
1.1 Description d'un inventaire GES.....	4
1.2 Méthodologie pour réaliser un inventaire .....	7
1.2.1 Année de référence .....	7
1.2.2 Bâtiments municipaux et autres installations .....	7
1.2.3 Équipements motorisés municipaux .....	9
1.2.4 Traitement des eaux usées.....	9
1.2.5 Matières résiduelles .....	10
1.2.6 Transport routier .....	11
1.2.7 Consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et industriel .....	11
1.2.8 Exemple de calcul .....	11
1.3 Résultats d'un inventaire.....	12
2 ÉTAT DE LA SITUATION DES PLANS DE RÉDUCTION DE GES POUR LES MUNICIPALITÉS .....	16
2.1 Secteur corporatif.....	16
2.1.1 Bâtiments municipaux et autres installations .....	16
2.1.2 Équipements motorisés municipaux .....	20
2.1.3 Traitement des eaux usées.....	23
2.2 Secteur collectivité .....	25
2.2.1 Matières résiduelles .....	25
2.2.2 Transport routier .....	27
2.2.3 Consommation énergétique concernant les niveaux résidentiel, commercial et institutionnel .....	29

3 SOLUTIONS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES POUR LES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES .....	30
3.1 Secteur corporatif.....	30
3.1.1 Bâtiments et autres installations.....	31
3.1.2 Équipements motorisés municipaux.....	35
3.1.3 Traitement des eaux usées.....	36
3.2 Secteur collectivité .....	37
3.2.1 Matières résiduelles .....	37
3.2.2 Transport routier .....	37
3.2.3 Consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et institutionnel...	40
3.3 Résumé des principales recommandations.....	41
CONCLUSION .....	45
RÉFÉRENCES .....	47
ANNEXE 1 : AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU CANADIEN .....	53
ANNEXE 2 : POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE (PRP) .....	55
ANNEXE 3 : FACTEURS D'ÉMISSION .....	57
ANNEXE 4 : CAPACITÉ ÉQUIPEMENT RÉFRIGÉRATION ET DE CLIMATISATION .....	59
ANNEXE 5 : CONSOMMATION ANNUELLE DE PROTÉINE .....	61
ANNEXE 6 : STATIONS D'ESSENCE SONIC QUI OFFRENT DU BIODIESEL.....	63

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1: Émissions de GES de la Ville Québec en 2006, tiré de Tecsalt (2008, p. 65).....	12
Figure 1.2: Émissions corporatives de GES de la Ville Québec en 2006, tiré de Tecsalt (2008, p. 8) .....	13
Figure 1.3 : Résultat typique des émissions totales de GES pour une municipalité dans le cadre du programme Climat municipalités, (exemple préparé par l’auteur de l’essai à partir de données réelles). .....	14
Figure 1.4: Résultat typique des émissions corporatives de GES pour une municipalité dans le cadre du programme Climat municipalités, (exemple préparé par l’auteur de l’essai à partir de données réelles). .....	14
Tableau 3.1 : Prix des lampes DEL pour deux fournisseurs québécois .....	32
Tableau 3.2 : Résumé des actions applicables aux municipalités québécoises .....	41

## INTRODUCTION

Les activités anthropiques du dernier siècle ont engendré une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. Par exemple, la concentration de CO<sub>2</sub> s'est accrue de 35 % depuis 1750, celle de CH<sub>4</sub> de 155 %, et celle de N<sub>2</sub>O de 18 % (OMM, 2006). Cela est principalement dû à l'utilisation accrue des combustibles fossiles. Cette augmentation en concentration a un impact direct sur les changements climatiques. En effet, de nombreuses conséquences sont à prévoir : élévation de la température et du niveau de la mer et augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes (GIEC, 2007).

Cette problématique a amené plus de 180 pays, dont le Canada, à signer le protocole de Kyoto (Allard, 2009). Au niveau canadien, on peut aussi constater une augmentation de la température moyenne. Comme le témoigne l'annexe 1, cette augmentation a été de 1,3 °C au cours de la période 1948-2006 (Environnement Canada, 2008). L'objectif canadien est de réduire de 6 % les émissions de GES, par rapport à 1990, d'ici 2012.

Comme plus de la moitié des émissions canadiennes de GES sont directement ou indirectement liées aux municipalités (Allard, 2009), les réductions d'émission que peuvent faire ces dernières ont un impact direct sur les changements climatiques.

Plusieurs études démontrent que les émissions de GES provenant des municipalités ont elles aussi augmenté dans les 20 dernières années. Par exemple, les émissions de GES de la Ville de Saskatoon sont passées de 12 à 17 tonnes par personne par année entre 1990 et 2003 (CanmetÉnergie, 2009).

Dans ce contexte où il devient primordial de poser des actions pour la réduction des GES, tant au niveau mondial que local, le gouvernement du Québec a dévoilé, le 15 juin 2006, le Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012, intitulé *Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir* (PACC), dont l'objectif est de réduire les émissions de GES au Québec de 14,6 Mt CO<sub>2</sub>éq. pour 2012, soit 6 % en dessous du niveau de 1990, et d'entamer l'adaptation de la société québécoise aux changements climatiques (MDDEP, 2009a).

Le programme Climat municipalités, du gouvernement du Québec, vient apporter un soutien financier aux municipalités qui veulent produire, ou mettre à jour, un inventaire des émissions

de GES et élaborer un plan d'action visant leur réduction et un plan d'adaptation aux changements climatiques. Le but de cet essai est donc de fournir un outil à ces municipalités qui veulent produire un plan d'action pour la réduction de leurs GES, tant au niveau corporatif qu'au niveau de la collectivité.

Les principaux GES concernés sont le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, le N<sub>2</sub>O, le SF<sub>6</sub>, les PFC et les HFC. Chacun d'eux possède un potentiel de réchauffement planétaire (PRP) distinct. Il s'agit de la capacité du gaz à retenir la chaleur dans l'atmosphère, par rapport au CO<sub>2</sub>. Ces PRP sont détaillés dans le tableau de l'annexe 2. Les trois principaux GES ont des PRP de 1, pour le CO<sub>2</sub>, de 21, pour le CH<sub>4</sub>, et de 310, pour le N<sub>2</sub>O. Les HFC, que l'on retrouve principalement dans les systèmes de réfrigération et de climatisation, ont des PRP pouvant aller jusqu'à 11 700 (Organisation Internationale de Normalisation, 2005). Ces PRP servent à ramener les émissions de l'ensemble des GES à une même unité : le CO<sub>2</sub> équivalent (CO<sub>2</sub>éq).

Malgré son PRP de 1, qui sert de référence pour les autres gaz, le CO<sub>2</sub> est le GES qui a le plus grand effet sur le réchauffement planétaire, à cause de sa concentration élevée dans l'atmosphère. À l'opposé, les hydrofluorocarbures (HFC) se trouvent en de très faibles concentrations dans l'atmosphère; c'est leur PRP élevé qui vient marquer leur importance.

La recherche d'information relative à la rédaction de ce présent essai s'est faite principalement par les moteurs de recherche et des communications personnelles avec les experts du domaine. Toute l'information trouvée par les moteurs de recherche a été validée par les experts d'Environnement pour s'assurer qu'elle est fiable et à jour. Il en est de même pour l'information obtenue par les communications personnelles avec les experts du domaine.

Ce document se divise en trois chapitres. Tout d'abord, le premier concerne l'inventaire des GES, car c'est la base à partir de laquelle seront réalisés les plans d'action. Il y est donc décrit chaque section d'un inventaire, ainsi que la méthodologie de réalisation. Un exemple de calcul d'émission de GES est aussi fourni. De plus, des exemples de résultat d'inventaire sont donnés, dont certains en prenant compte spécifiquement des exigences du programme Climat municipalités.

Ensuite, le deuxième chapitre recense les principales actions de réduction qui ont été faites pour chacun des secteurs d'émission au niveau québécois, canadien et international. L'accent est mis

sur les initiatives québécoises, car elles correspondent aux municipalités qui sont dans le même contexte que celles visées par cet essai.

Finalement, le troisième chapitre résumera les actions applicables aux municipalités québécoises. Sont donc résumées les actions qui cadrent dans le contexte québécois, mais aussi les différents programmes existants pouvant aider les municipalités à la réalisation de ces actions, tant sur les plans technique que financier.

## **1 L'INVENTAIRE DES GAZ À EFFET DE SERRE POUR LES MUNICIPALITÉS**

Il est important de bien comprendre ce qu'est un inventaire des GES, car c'est la base à partir de laquelle sera fait le plan d'action de réduction des GES. Ce chapitre décrit tout d'abord ce qu'est un inventaire en décrivant les différents secteurs et les différents champs. Il est aussi détaillé chacune des sources d'émission de GES dans les municipalités. Par la suite, la méthodologie de réalisation d'un inventaire est décrite. Finalement, ce chapitre donne des exemples de résultat d'un inventaire, pour différents types de municipalité.

### **1.1 Description d'un inventaire GES**

Un inventaire des GES d'une municipalité est une compilation de toutes les émissions de GES émises par la municipalité et ses citoyens durant une période donnée. Ces émissions se divisent en deux secteurs :

- Le secteur corporatif
- Le secteur collectivité

D'une part, les émissions corporatives regroupent toutes les activités reliées à l'administration municipale, comme les bâtiments municipaux, la flotte de véhicule municipal et le traitement des eaux usées. D'autre part, les émissions dues à la collectivité regroupent toutes les émissions sur le territoire de la municipalité, comme la gestion des matières résiduelles, le transport de la collectivité et la consommation énergétique au niveau résidentiel, commercial et industriel.

De plus, les émissions corporatives se divisent en deux champs :

- Champs 1 : l'organisme municipal exerce un contrôle opérationnel
- Champs 2 : activité de sous-traitance

Le champ 1 regroupe les activités sur lesquelles l'organisme municipal exerce un contrôle opérationnel. Il s'agit des émissions sur lesquelles il est possible pour la municipalité d'agir directement. Le champ 2 regroupe les émissions dues aux services gérés par une autre organisation que l'organisme municipal, comme l'ensemble des sous-traitants. Le contrôle sur ces émissions est donc indirect et l'accessibilité aux données peut être plus difficile.

Par exemple, les émissions dues au traitement des eaux usées municipales peuvent être dans le champ 1, si la municipalité gère ce traitement, ou dans le champ 2, si la municipalité n'a pas le contrôle opérationnel.

Les sources d'émission de GES dans une municipalité sont les suivantes :

- Secteur corporatif :
  - Bâtiments municipaux et autres installations
  - Équipements motorisés municipaux
  - Traitement des eaux usées
- Secteur collectivité :
  - Matières résiduelles
  - Transport routier
  - Consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et industriel

La première source dans le secteur corporatif est donc l'ensemble des bâtiments des différents services municipaux ainsi que les autres installations, comme l'éclairage public et la signalisation. Ces émissions se divisent en trois catégories :

- Combustible fixe
- Électricité
- Système de réfrigération

Les combustibles fixes (gaz naturel, propane et mazout) engendrent des émissions de CO<sub>2</sub>, de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O. Il en est de même pour l'électricité, même si, au Québec, 95 % de l'électricité est produite par des énergies renouvelables (MDDEP, 2009b). Finalement, les systèmes de réfrigération, comme la climatisation, ainsi que les systèmes de suppression des incendies, contiennent ou utilisent des HFC, au fort potentiel de réchauffement global. Les émissions fugitives de ces systèmes doivent donc être comptabilisées.

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

La troisième source dans le secteur corporatif est le traitement des eaux usées. En effet, la décomposition anaérobie des matières présentes dans ces eaux usées génère du CH<sub>4</sub>, alors que les processus de nitrification et de dénitrification génèrent du N<sub>2</sub>O (MDDEP, 2009b).

Au niveau de la collectivité, la première source est la disposition des matières résiduelles. En effet, l'enfouissement de ces matières génère du CO<sub>2</sub> et du CH<sub>4</sub>, alors que l'incinération de ces matières génère du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O.

La deuxième source dans le secteur collectivité est le transport routier, qui inclut tous les véhicules qui circulent à l'intérieur de la municipalité (incluant le transport en commun) à l'exception des véhicules corporatifs appartenant à la municipalité.

La troisième source dans le secteur collectivité est la consommation énergétique au niveau résidentiel, commercial et industriel. Cependant, contrairement aux sources précédentes, l'inventaire de cette source n'est pas requis par le Programme Climat municipalités, qui ne couvre d'ailleurs pas les frais relatifs à la quantification des émissions de GES de cette source.

En ce qui concerne la norme ISO14064-1 qui regroupe les lignes directrices pour les inventaires de GES des organisations, les émissions se divisent en trois types :

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

D'une part, les émissions directes de GES regroupent celles qui proviennent de sources appartenant ou étant sous le contrôle de l'organisme. D'autre part, les émissions de GES à énergie indirecte sont celles qui proviennent de la production de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur importée et consommée par l'organisme. Finalement, les autres émissions indirectes de GES regroupent celles qui sont une conséquence des activités d'un organisme, mais qui proviennent de sources de GES appartenant à, ou contrôlées, par d'autres organismes (Organisation Internationale de Normalisation, 2005). Le programme Climat municipalités respecte donc ces définitions en apportant des précisions relatives aux opérations dans les municipalités.

## **1.2 Méthodologie pour réaliser un inventaire**

Dans le but de pouvoir évaluer les réductions d'émission de GES engendrées par des actions, la méthodologie de réalisation d'un inventaire doit être claire et rigoureuse. De cette façon, un inventaire fait lors d'une année subséquente concordera avec la méthodologie de l'année de référence.

### **1.2.1 Année de référence**

L'année de référence représente la période sur laquelle est fait l'inventaire qui servira de base de comparaison pour les inventaires des années subséquentes. La municipalité doit choisir l'année de référence en fonction de la disponibilité des données nécessaires à l'inventaire.

### **1.2.2 Bâtiments municipaux et autres installations**

Au niveau des émissions directes provenant des sources de combustible fixe (gaz naturel, propane et mazout), la consommation annuelle de chacun des combustibles doit être multipliée par le facteur d'émission de chacun des GES concernés. Ces résultats doivent ensuite être rapportés en CO<sub>2</sub>éq. d'après les potentiels de réchauffement globaux. Ces facteurs d'émission se trouvent dans le Rapport d'inventaire national et sont résumés à l'annexe 3 (Environnement Canada, 2008).

En ce qui concerne les émissions provenant de la consommation d'électricité, la consommation annuelle est multipliée par le facteur d'émission rattaché à l'électricité au Québec pour l'année de référence, aussi disponible dans le rapport d'inventaire national.

Finalement, au niveau des émissions fugitives provenant des systèmes de réfrigération, la méthode de calcul la plus précise est de faire le bilan global des HFC dans les équipements en début et en fin d'année. Cependant, peu de municipalités possèdent présentement cette information. Une méthode estimative est de calculer ces émissions fugitives à l'aide de la capacité des équipements et du type d'équipement à l'aide de l'équation 1.1 (MDDEP, 2009b) :

$\text{Émissions annuelles totales} = [(Q_n \times k) + (C \times X \times A) + (Q_u \times y \times (1 - z))] \div 1\,000$ <p><math>Q_n</math> : Quantité de réfrigérant, en tonnes métriques, ajoutée aux nouveaux équipements (kg)* C : Capacité totale de l'équipement (kg) A : Nombre d'années d'utilisation <math>Q_u</math> : Capacité des équipements non utilisés (kg)** k : Émission initiale (%)* X : Émission de fonctionnement (%) y : Charge initiale restante (%)** z : Efficacité de récupération (%)** * : Omettre si aucun équipement n'a été installé ** : Omettre si aucun équipement n'a cessé d'être utilisé durant l'année.</p>
--

**Équation 1.1 : Calcul des émissions relatives aux équipements de climatisation et de réfrigération dans les bâtiments, tirée de MDDEP (2009b, p. 16)**

Si la capacité totale des équipements n'est pas connue, la capacité estimée par le GIEC peut être utilisée. L'annexe 4 présente un tableau qui résume ces capacités, ainsi que les autres paramètres de l'équation, en fonction du type d'équipement.

Pour l'ensemble de ces émissions, il se peut que certains bâtiments appartiennent à un service qui gère plus d'une municipalité. Par exemple, le service d'incendie peut être géré par la MRC. Dans ce cas, pour que les émissions ne soient pas comptées en double si les différentes municipalités de cette MRC font leur inventaire, il faut accorder à la municipalité à l'étude une portion des émissions de ce service au prorata de sa population.

### **1.2.3 Équipements motorisés municipaux**

Au niveau des émissions directes provenant de la combustion de carburant, la consommation annuelle de chacun des équipements motorisés est multipliée par son facteur d'émission et reportée en CO<sub>2</sub>éq. avec l'aide des potentiels de réchauffement globaux. Ces facteurs d'émission sont fonction du type de carburant et du type de véhicule. Ils se trouvent dans le Rapport d'inventaire national et sont résumés à l'annexe 3 (Environnement Canada, 2008).

En ce qui a trait aux émissions fugitives provenant des systèmes de climatisation des véhicules, la méthode de calcul la plus précise est de faire le bilan global des HFC dans les équipements en début et en fin d'année. Tout comme pour les bâtiments municipaux, peu de municipalités possèdent présentement cette information. Une méthode estimative est de calculer ces émissions fugitives à l'aide de la capacité des équipements et du type d'équipement à l'aide de la même formule que pour les bâtiments.

Comme pour les bâtiments municipaux, dans le cas des services qui gèrent plus d'une municipalité, il faut accorder à la municipalité à l'étude une portion des émissions de ce service au prorata de sa population.

### **1.2.4 Traitement des eaux usées**

La méthode de calcul pour le CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O est basée sur la taille de la population desservie. Environnement Canada a calculé un facteur d'émission de CH<sub>4</sub> émis par le traitement anaérobie des eaux usées. Ce facteur est de 4,015 kg CH<sub>4</sub> par personne par année. Ainsi, si la municipalité traite ses eaux usées de façon anaérobie, il faut multiplier ce facteur d'émission par la population de la municipalité. Par contre, le CH<sub>4</sub> est en général récupéré et brûlé, ce qui réduit considérablement les quantités de CH<sub>4</sub> émises à l'atmosphère. Celles-ci sont uniquement les émissions fugitives du système, ainsi que la fraction imbrûlée du méthane. D'autre part, le traitement aérobie ainsi que les traitements physico-chimiques sont considérés comme ne produisant pas de CH<sub>4</sub>.

Au niveau du N<sub>2</sub>O, Environnement Canada a aussi développé une méthode de calcul d'un facteur d'émission. L'équation 1.2 expose cette formule.

$$CE_{N_2O} = PC \times CE_{N_2O-N} \times \text{Frac}_{NPR} \times \frac{44}{28}$$

où :

$CE_{N_2O}$	=	coefficient d'émission, kg $N_2O$ /personne/an
PC	=	absorption annuelle de protéines par habitant, kg/personne/an (Statistique Canada, 2005 et 2006a)
$CE_{N_2O-N}$	=	coefficient d'émission : valeur par défaut de 0,01 (0,002-0,12) kg $N_2O-N$ /kg d'azote de déchets produit
$\text{Frac}_{NPR}$	=	fraction de l'azote présent dans les protéines : valeur par défaut = 0,16 kg N/kg de protéines
44/28	=	coefficient stoechiométrique utilisé pour convertir l'azote en $N_2O$

**Équation 1.2: Calcul des émissions de  $N_2O$  relatives au traitement des eaux usées, tiré d'Environnement Canada (2008, p. 465)**

L'absorption annuelle de protéines par habitant a été calculée par Statistique Canada et varie d'une année à l'autre. Ces données sont résumées à l'annexe 5. Pour calculer les émissions de  $N_2O$  émises par le traitement des eaux, il faut donc multiplier ce facteur d'émission par la population de la municipalité.

### 1.2.5 Matières résiduelles

Les émissions de  $CO_2$  provenant de l'enfouissement ou de l'incinération des matières résiduelles sont considérées comme provenant de la biomasse et ne sont donc pas comptabilisées (MDDEP, 2009b). Il est cependant exigé d'en faire mention.

En ce qui concerne l'enfouissement des matières résiduelles, les émissions de  $CH_4$  engendrées par les déchets enfouis depuis, au minimum, 50 ans sont comptabilisées (GIEC, 2006). L'Environmental Protection Agency (EPA) a rendu public un modèle de calcul LandGEM (Landfill Gas Emission Model). Les tonnages envoyés par la municipalité à l'enfouissement depuis 50 ans sont entrés dans ce calculateur. Il est possible que les données ne soient pas disponibles; il faut alors les estimer en fonction de la population. La constante de vitesse de production de  $CH_4$  (k) et le potentiel de production de  $CH_4$  ( $L_0$ ) doivent être entrés dans ce calculateur. Ces données sont disponibles dans le rapport d'inventaire national (Environnement Canada, 2008). Finalement, s'il y a un système de captage et de valorisation du  $CH_4$ , il faut soustraire ce qui est capté et brûlé pour savoir la quantité nette émise.

En ce qui concerne l'incinération des matières résiduelles, les quantités de CH<sub>4</sub> sont négligeables (MDDEP, 2009b), mais sont calculées les émissions de N<sub>2</sub>O en multipliant la quantité de matière incinérée par un facteur d'émission moyen que l'on trouve dans le rapport d'inventaire national (Environnement Canada, 2008). Il est à noter que peu de municipalités québécoises incinèrent leurs matières résiduelles.

### **1.2.6 Transport routier**

Pour calculer les émissions de GES dues au transport de la collectivité, les émissions dues au transport dans l'ensemble du Québec sont ramenées à l'échelle de la municipalité en fonction du nombre de véhicules immatriculés (dans l'ensemble du Québec par rapport à la municipalité). Les données pour le Québec sont disponibles dans le rapport d'inventaire national (Environnement Canada, 2008). Le nombre de véhicules immatriculés, par type de véhicule, est disponible dans le bilan annuel de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ, 2009). Pour ne pas les compter en double dans l'inventaire, les émissions dues aux véhicules corporatifs de la municipalité sont soustraites.

### **1.2.7 Consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et industriel**

L'une des méthodes utilisées pour l'estimation de la consommation énergétique des bâtiments n'appartenant pas à la municipalité, est d'obtenir les données sur la consommation énergétique de chacun des fournisseurs d'énergie sur le territoire de la municipalité. Encore une fois, les facteurs d'émission disponibles dans le rapport d'inventaire national servent à convertir ces consommations énergétiques en émission de GES. Dans le cadre du programme Climat municipalités, ces émissions ne doivent pas être incluses dans le total de la municipalité. Ainsi, si elles sont calculées, elles doivent être recensées à part pour pouvoir comparer les différentes municipalités sur la même base.

### **1.2.8 Exemple de calcul**

Voici un exemple de calcul pour une municipalité qui aurait consommé un total de 5 000 litres de mazout léger pendant l'année sur laquelle est fait l'inventaire. La première partie du calcul est de quantifier la quantité de chacun des GES émis :

$$5\,000 \text{ litres} \times 2,725 \text{ kg CO}_2/\text{litre} = 13\,625 \text{ kg CO}_2$$

$$5\,000 \text{ litres} \times 0,000026 \text{ kg CH}_4/\text{litre} = 0,13 \text{ kg CH}_4$$

$$5\,000 \text{ litres} \times 0,000006 \text{ kg N}_2\text{O}/\text{litre} = 0,03 \text{ kg N}_2\text{O}$$

Ensuite, ces quantités sont ramenées en CO<sub>2</sub>éq à l'aide des potentiels de réchauffement globaux :

$$13\,625 \text{ kg CO}_2 \times 1 \text{ kg CO}_2\text{éq}/\text{kg CO}_2 = 13\,625 \text{ kg CO}_2\text{éq}$$

$$0,13 \text{ kg CH}_4 \times 21 \text{ kg CO}_2\text{éq}/\text{kg CH}_4 = 2,73 \text{ kg CO}_2\text{éq}$$

$$0,03 \text{ kg N}_2\text{O} \times 310 \text{ kg CO}_2\text{éq}/\text{kg N}_2\text{O} = 9,3 \text{ kg CO}_2\text{éq}$$

Ces trois quantités sont finalement additionnées pour donner le total de CO<sub>2</sub>éq émis par la combustion de 5 000 litres de mazout léger :

$$13\,625 \text{ kg CO}_2\text{éq} + 2,73 \text{ kg CO}_2\text{éq} + 9,3 \text{ kg CO}_2\text{éq} = 13\,637,03 \text{ kg CO}_2\text{éq}$$

### 1.3 Résultats d'un inventaire

Comme l'un des buts principaux de l'inventaire est de cibler les secteurs qui émettent le plus de GES, la meilleure façon de présenter les résultats est le graphique circulaire. La figure 1.1 représente les émissions totales de GES émises par la Ville de Québec (Tecsult, 2008).

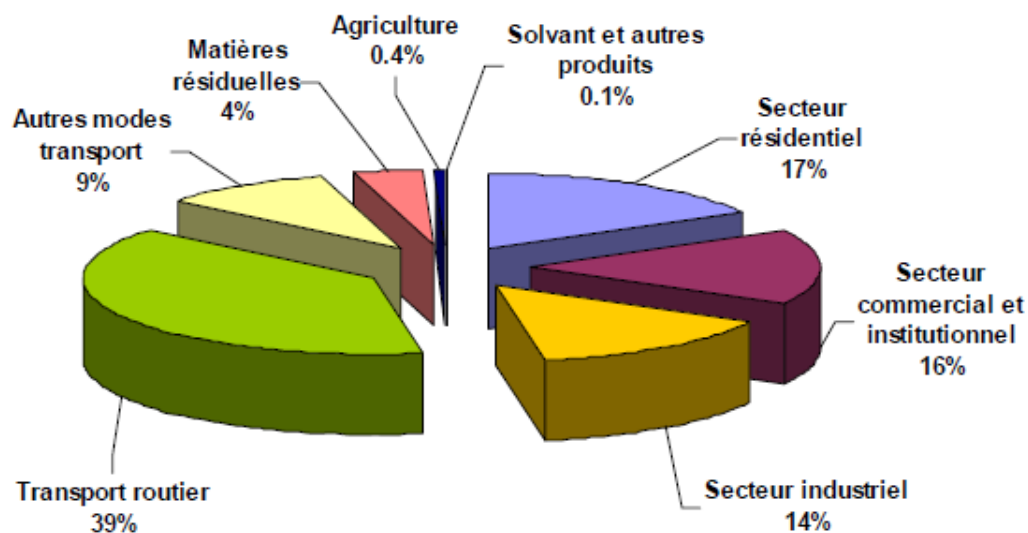


Figure 1.1: Émissions de GES de la Ville Québec en 2006, tiré de Tecsult (2008, p. 65)

Comme la proportion des émissions de GES qui sont dues aux activités municipales devient négligeable comparativement aux émissions de l'ensemble de la collectivité, il est d'usage de les présenter séparément. La figure 1.2 présente ces émissions corporatives de la Ville de Québec, pour la même année que la figure précédente.

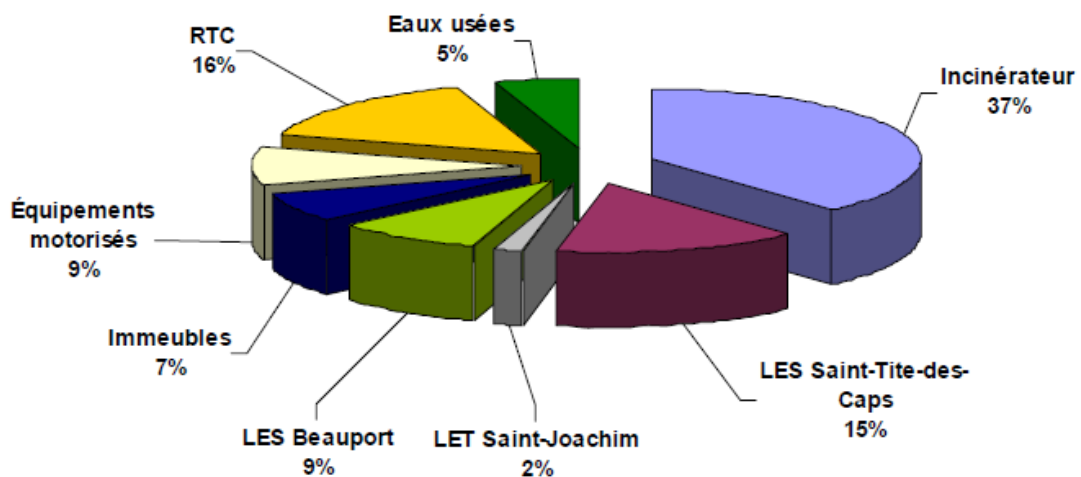


Figure 1.2: Émissions corporatives de GES de la Ville Québec en 2006, tiré de Tecscult (2008, p. 8)

Il est à noter que certaines catégories diffèrent de celles recommandées par le programme Climat municipalités, puisque cet inventaire a été réalisé avant l'apparition du programme. Dans le cadre du programme Climat municipalités, certaines particularités s'appliquent et se reflètent dans les résultats de l'inventaire. D'une part, les émissions dues à la consommation énergétique au niveau résidentiel, commercial et industriel ne sont pas considérées et ne doivent donc pas être incluses dans l'inventaire. D'autre part, les émissions relatives aux matières résiduelles font partie du secteur collectivité, car elles concernent l'ensemble des citoyens. Elles ne doivent donc pas être incluses dans les émissions corporatives. Ces particularités donnent donc des résultats du type de ceux présentés aux figures 1.3 (pour l'ensemble de la municipalité) et 1.4 (émissions corporatives seulement).

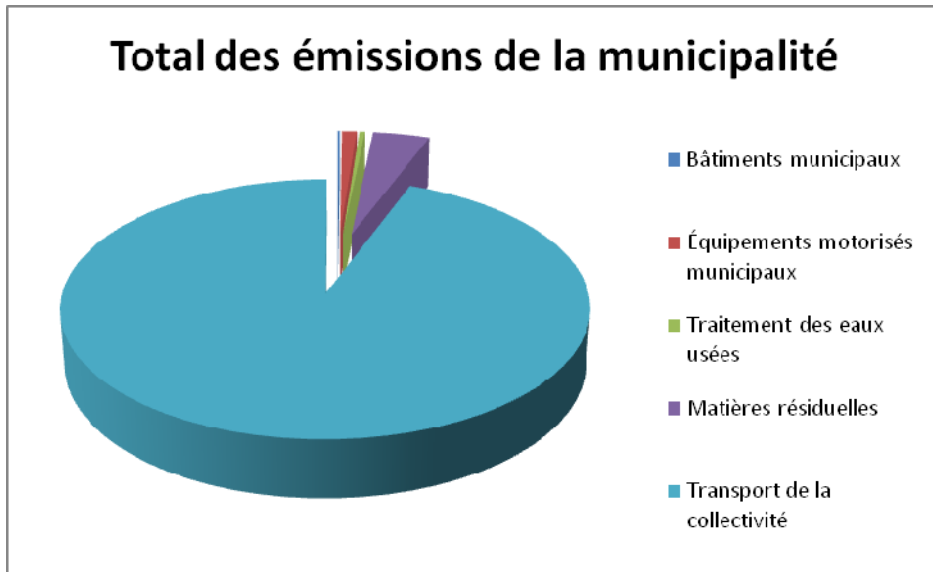


Figure 1.3 : Résultat typique des émissions totales de GES pour une municipalité dans le cadre du programme Climat municipalités (exemple préparé par l'auteur de l'essai à partir de données réelles).

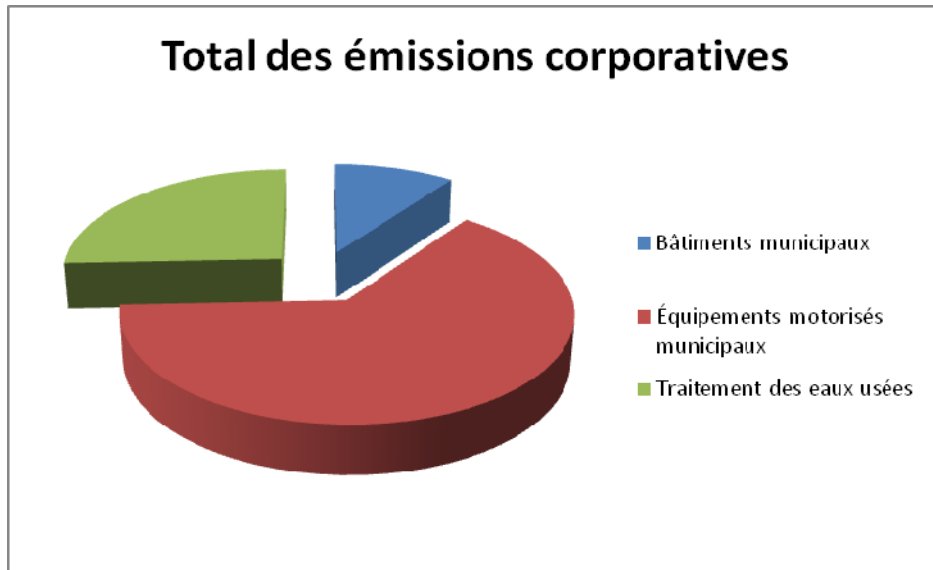


Figure 1.4: Résultat typique des émissions corporatives de GES pour une municipalité dans le cadre du programme Climat municipalités (exemple préparé par l'auteur de l'essai à partir de données réelles).

La figure 1.3 démontre clairement que la principale source de GES relative aux municipalités est le transport des citoyens. De la même façon, la figure 1.4 démontre que les équipements motorisés municipaux sont une part importante des émissions corporatives. Le secteur du transport est donc haut en importance au niveau des actions de réduction des GES pour les municipalités.

## **2 ÉTAT DE LA SITUATION DES PLANS DE RÉDUCTION DE GES POUR LES MUNICIPALITÉS**

Ce chapitre est une synthèse de toutes les actions qui ont été entreprises par des municipalités dans le but de réduire leurs émissions de GES. Ces actions peuvent être comprises dans des plans d'action, mais peuvent aussi être de simples actions individuelles. Cette synthèse regroupe la recherche d'informations au niveau québécois, canadien et international, mais l'accent est principalement mis sur les mesures prises par les municipalités québécoises, car elles sont faites dans le même contexte social et économique.

Ce chapitre se divise en deux sections principales, qui correspondent aux deux secteurs de l'inventaire : corporatif et collectivité.

### **2.1 Secteur corporatif**

Comme les municipalités ont un contrôle (direct ou indirect) sur leurs activités corporatives, certaines d'entre elles ont entrepris des mesures pour réduire les émissions de GES dues à ces activités. Cette section regroupe donc toutes les actions entreprises pour réduire les émissions de GES dues aux bâtiments municipaux et autres installations, aux équipements motorisés municipaux et au traitement des eaux usées.

#### **2.1.1 Bâtiments municipaux et autres installations**

En ce qui concerne l'économie d'énergie relative aux bâtiments municipaux, soit sous forme d'électricité, de propane, de gaz naturel ou de mazout, plusieurs mesures sont proposées dans divers plans d'action :

- Programme de sensibilisation
- Télégestion des bâtiments
- Géothermie
- Murs solaires
- Éolienne
- Fenêtres à résistance thermique élevée
- Toit vert
- Bâtiment LEED

Même si la prévision des réductions de GES est plus difficilement quantifiable, la sensibilisation des employés à une gestion intelligente de son environnement de travail est une façon simple d'engendrer des réductions d'émission de GES. Un exemple de gestion intelligente est la fermeture des lumières et la diminution du chauffage pendant les périodes d'absence. Plusieurs villes comme celles de Saguenay et d'Hamilton ont entrepris ce genre de programme de sensibilisation (Ville d'Hamilton, 2006). Ces mesures peuvent être accompagnées de systèmes automatisés locaux de contrôle de température et d'éclairage qui ajustent les cibles selon les niveaux d'activité dans les bâtiments. Ce principe d'économie d'énergie peut aussi s'effectuer par l'installation d'un système de télégestion des bâtiments. La Ville de Québec a entrepris l'installation de ce type de système qui ferme automatiquement l'éclairage et diminue le chauffage lorsque le bâtiment est vide (Muir, 2009a).

Plusieurs types d'énergies renouvelables sont de plus en plus émergents. Parmi eux, la géothermie a été proposée ou mis en place pour des bâtiments de plusieurs municipalités québécoises, comme Québec (Ville de Québec, 2004) et Montréal (Ville de Montréal, 2007), canadiennes, comme Calgary (Ville de Calgary, 2006), et européennes, comme Blénod-lès-Pont-à-Mousson (WWL, 2005b) et Riom (WWL, 2005c). La géothermie consiste à extraire du sol, par le biais d'un fluide caloporteur, la chaleur du sol pour chauffer les bâtiments l'hiver. De la même façon, il est possible de refroidir les bâtiments l'été. Cette alternance de chauffage et refroidissement est mieux pour le sol que l'usage unique de l'un de ces deux avantages, pour éviter l'épuisement de la capacité thermique des sols. Le temps de retour sur l'investissement est calculé cas par cas, mais est plus court s'il y a chauffage et climatisation par le même système.

Toujours dans le domaine des énergies renouvelables, les murs solaires et les éoliennes sont deux autres sources d'approvisionnement en énergie qui sont de plus en plus considérées dans les plans d'action. Des murs solaires sont proposés dans les plans d'action ou mis en œuvre dans les villes, entre autres, de Montréal, Québec et Calgary, au niveau canadien, et dans de nombreuses villes européennes, comme Illkirch-Graffenstaden, Montreuil, Rochefort, Narbonne, Leicester, Oxford. Il en est de même pour les éoliennes.

Les fenêtres à résistance thermique élevée sont une autre mesure qui peut être mise en place pour engendrer des économies d'énergie. En effet, ces fenêtres à triples parois diminuent

l'échange thermique avec l'extérieur du bâtiment et donc les pertes de chaleur ou de froid. Québec est l'une des villes qui a procédé à l'installation de ce type de fenêtre (Muir, 2009a).

Une action proposée, entre autres, par la Ville de Toronto est l'installation de toit vert (Ville de Toronto, 2007). Ces toits recouverts de végétation comportent deux avantages principaux : l'isolation des bâtiments et la diminution de l'eau de pluie envoyée au traitement. Le même principe d'isolation s'applique aux murs verts : l'été, la vigne protège le bâtiment des rayons du soleil par son feuillage et donc isole le bâtiment, mais l'hiver, en absence de feuillage, elle laisse passer les rayons qui réchauffent le bâtiment.

Toutes ces actions s'appliquent directement aux bâtiments déjà en place. Cependant, si une municipalité envisage la construction de nouveaux bâtiments, une autre opportunité leur est offerte : respecter les normes de construction LEED. Ce type de bâtiment à haute efficacité énergétique entraîne donc de faibles émissions de GES dues à l'énergie.

Les arénas municipaux sont des bâtiments qui comportent certaines particularités et sur lesquels d'autres mesures sont applicables :

- Installation de chauffage radiant dans les gradins
- Arrêts planifiés des pompes à saumure et des compresseurs
- Élimination de frigorigènes
- Rideau d'air

La problématique principale relative aux arénas est que la glace doit rester relativement froide sans que les spectateurs ne soient incommodés par le froid. Une mesure proposée dans le *Plan de réduction des émissions de gaz à effet de serre 2004* de la Ville de Québec est l'installation de chauffage radiant dans les gradins. Ainsi, au lieu de chauffer l'ensemble de l'aréna, et donc inutilement la glace, seuls les gradins seraient chauffés. Cependant, cette mesure n'a finalement pas été mise en place. La raison principale est que, de cette façon, les patineurs artistiques se trouvaient à avoir très froid sur la glace (Muir, 2009a). Une alternance des systèmes selon l'utilisation de la glace (hockey ou patin artistique) pourrait être envisagée. Une action qui a été mise en opération est l'arrêt planifié des pompes à saumure et des compresseurs, ce qui a engendré des économies d'énergie.

Les systèmes de refroidissement des arénas contiennent des HFC au potentiel de réchauffement élevé. Cependant, certains arénas utilisent ces frigorigènes non seulement autour du compresseur, mais aussi comme fluide caloporteur, pour transporter le « froid ». L'élimination de ces frigorigènes est une mesure proposée dans certains plans d'action, dont celui de Montréal (Ville de Montréal, 2007).

Comme la température à l'intérieur des arénas peut être très différente de celle extérieure, particulièrement l'été, il est important de réduire au maximum les échanges thermiques avec l'extérieur. L'ouverture répétée des portes, pour que la resurfaeuse dépose la neige à l'extérieur, est une source importante de perte de chaleur. L'installation d'un rideau d'air, par des buses le long de la sortie, est un processus physique qui diminue l'échange thermique lors de l'ouverture des portes et engendre ainsi des économies d'énergie.

En ce qui concerne les usines d'eau potable et stations d'épuration des eaux usées, les mêmes actions que pour les autres bâtiments peuvent être applicables au niveau de l'économie d'énergie. Cependant, à ces actions s'ajoutent des mesures spécifiques pour l'efficacité des systèmes et des équipements. Par exemple, l'installation de moteur à haut rendement, de système de traitement avec des aérateurs performants permettant d'obtenir la dimension adéquate des bulles d'air et l'optimisation des produits chimiques et des procédés utilisés.

Au niveau des feux de circulation, plusieurs municipalités comme celles de Québec (Ville de Québec, 2004) et Calgary (Ville de Calgary, 2006) ont inclus dans leur plan d'action de remplacer les feux de signalisation par des feux à diodes électroluminescentes (DEL). Non seulement ce type de feu entraîne une visibilité accrue, mais aussi une économie d'énergie d'environ 90 % (Hydro-Québec, 2009a), ce qui engendre une réduction proportionnelle au niveau des GES. Cette réduction de consommation énergétique est due à deux raisons. Tout d'abord, la lumière est directement produite dans la couleur désirée, donc pas besoin de filtre coloré et de la perte de luminosité qui lui est relative. Ensuite, la production de lumière n'est pas basée sur une résistance, donc il n'y a pas de perte sous forme de chaleur.

Non seulement cette mesure a été envisagée dans des plans d'action, mais elle a aussi été mise en place dans plusieurs municipalités québécoises. Ainsi, la Ville de Québec est maintenant entièrement équipée de ce type de feu de signalisation (Muir, 2009b). Il en est de même pour la

Ville de Lévis qui, en remplaçant 2 465 feux de signalisation, économise annuellement 832 063 kWh (Hydro-Québec, 2009b).

Au niveau de l'éclairage public et décoratif, plusieurs actions ont été proposées dans différents plans d'action :

- Fermeture de l'éclairage public une heure avant le lever du soleil
- Fermeture à deux heures du matin pour l'éclairage décoratif
- Norme en matière de choix d'éclairage dans les projets d'éclairage public décoratif
- Installation d'un variateur d'intensité sur le réseau d'éclairage public

Proposée dans le *Plan de réduction des émissions de gaz à effet de serre 2004* de la Ville de Québec, la fermeture de l'éclairage public une heure avant le levé du soleil a pour but de réduire le nombre d'heures d'éclairage en considérant que la visibilité est déjà bonne pendant l'heure qui précède le levé du soleil. Dans le même ordre d'idée, il est proposé de fermer l'éclairage décoratif, comme les lumières de Noël par exemple, à deux heures du matin et de mettre des normes au niveau du choix d'éclairage décoratif. Par exemple, les lampes DEL s'appliquent autant pour l'éclairage décoratif que pour les feux de signalisation.

Projet de plus grande envergure: la Ville de La Rochelle a implanté un système de variation de l'éclairage sur le réseau public. Le principe de ce système est simple : lorsqu'il n'y a pas trop de circulation, l'intensité de l'éclairage public diminue. Cette initiative a permis de réguler 13 % des consommations de la ville et d'assurer un service public efficace à moindre coût (WWF, 2005). Le temps de retour sur l'investissement a été de trois ans.

### **2.1.2 Équipements motorisés municipaux**

Tout d'abord, la lutte contre la marche au ralenti, c'est-à-dire laisser tourner le moteur d'un véhicule lorsqu'il est stationné, prend plusieurs formes dans les plans d'action. Comme l'a fait la Ville de Montréal, cette lutte peut se faire par un programme de sensibilisation des employés municipaux. En effet, ce programme appelé « *Si j'roule pas, j'coupe le moteur* » a permis une réduction estimée à 100 tonnes CO<sub>2</sub>éq/an, soit 0,1 % des émissions corporatives (Ville de Montréal, 2007). La Ville de Whitehorse a aussi entrepris une vaste campagne contre la marche au ralenti depuis 2005 (Transport Canada, 2007).

Cette lutte peut aussi se faire par l'achat et l'installation d'une technologie qui limite la marche au ralenti. Cette technologie consiste en un petit moteur auxiliaire qui, par exemple, fonctionne à 30 ou 45 chevaux-vapeur au lieu de 350 (Muir, 2009c). Ce moteur est mis en fonction pour garder le véhicule en marche, par exemple pour garder chaud l'hiver, sans faire fonctionner le moteur principal. Plusieurs petites municipalités québécoises, dont celle de Kirkland, ont fait l'achat de cette technologie.

Une autre méthode plus drastique est l'instauration d'une réglementation interdisant la marche au ralenti dans la municipalité. Cependant, comme cette mesure aura un impact sur l'ensemble de la collectivité, elle sera discutée dans la section correspondante.

L'utilisation de biocarburant est une autre façon de réduire ses émissions de GES. En effet, tout le CO<sub>2</sub> produit par la combustion des biocarburants provient de la biomasse et n'est donc pas inclus dans le total de l'inventaire. Il est ici bien sûr question de la portion biomasse, par exemple 5 % du biodiesel B5. Plusieurs plans d'action proposent d'utiliser du biodiesel B5 ou de l'éthanol E5 pour les véhicules municipaux. La Ville de Victoriaville a été la première, en 2007, à utiliser le biodiesel pour ses véhicules corporatifs. Un exemple au niveau international est la Ville de Bangkok qui vise 50 % d'utilisation d'éthanol E10 pour 2012 (Ville de Bangkok, 2007). Selon Geneviève Bolduc, la directrice générale du Conseil Québécois du Biodiesel, il n'y a que Sonic et Olco qui offrent présentement ce type de biocarburant au Québec (Muir, 2009d).

Beaucoup d'actions concernent le remplacement des véhicules municipaux. Plusieurs plans d'action, comme celui de Québec et celui d'Oxford, proposent de remplacer les anciens véhicules par des véhicules moins énergivores. Dans le même ordre d'idée, la Ville de Whitehorse propose de réduire la proportion de grands véhicules dans le parc.

L'achat de véhicules électriques ou hybrides est aussi à considérer. La Ville de Saint-Jérôme compte maintenant une vingtaine de véhicules électriques et hybrides qui font partie de la flotte municipale et qui sont utilisés régulièrement par les employés de la Ville. Dans ce domaine, Saint-Jérôme a participé à plusieurs expériences et a acquis une certaine notoriété à cet égard (Centre National du Transport Avancé, 2009).

La Ville de Québec propose aussi dans son plan d'action de remplacer les véhicules municipaux aux moteurs à deux temps par des à moteurs quatre temps. Ces derniers sont beaucoup moins

énergivores et 50 % moins polluants (Ville de Québec, 2004). Il est ici question de remplacement progressif des véhicules en fin de vie.

Plusieurs municipalités ont aussi intégré dans leur plan d'action un programme d'économie de carburant. La Ville de Québec propose une vaste gamme de mesures à ce niveau. Tout d'abord, une formation et sensibilisation des conducteurs de camions et d'autobus. Même si les réductions des émissions de GES relatives à la sensibilisation sont difficilement quantifiables, il s'agit d'une mesure simple, qui engendre peu de coûts pour la municipalité. Ensuite, la Ville propose un programme d'inspection des véhicules. Ce programme implique un test d'opacité, c'est-à-dire de comparer l'état de la flotte par rapport aux normes d'opacité des gaz d'échappement proposées pour les véhicules lourds. Un programme de suivi régulier des véhicules est aussi inclus, ce dernier pouvant apporter une réduction de 2,5 % de la consommation de diesel, selon une estimation de l'Agence de l'Efficacité Énergétique (Ville de Québec, 2004). Cette même inspection peut aussi s'appliquer aux tracteurs municipaux. Il s'agit d'une inspection, entre autres, des filtres, de l'huile et des pneus.

Dans le même ordre d'idée, la Ville de Whitehorse propose une réduction des distances totales parcourues. Par exemple, une analyse des trajets pour les services de déneigement et de collecte des matières résiduelles. La Ville de Whitehorse propose aussi d'autres mesures, moins classiques, comme la transformation de l'huile à moteur usagée en huile de chauffage et le recyclage de l'antigel usagé.

Au niveau européen, la Ville de Montreuil propose un plan de déplacement des employés. Ce plan comporte trois types de mesures :

- Incitatives
- Communicatives
- Contraignantes

L'accent est principalement mis sur les mesures incitatives, qui sont par exemple un remboursement des titres de transport. Les mesures communicatives sont des cours d'écoconduite, alors que les mesures contraignantes consistent en la fermeture des stationnements gratuits (WWF, 2005d). La Ville d'Hamilton offre elle aussi des passes d'autobus à prix réduit pour les employés municipaux.

Pour convaincre les employés qui le peuvent de venir au travail en vélo, il faut leur faciliter la tâche en leur fournissant l'équipement nécessaire, comme un casier et un accès à des douches. La Ville d'Oxford a proposé ce genre de mesure dans son plan d'action.

En ce qui concerne les systèmes de climatisation des véhicules, et les HFC qui s'y rapportent, les réductions d'émission sont possibles par la diminution des fuites de HFC. Ainsi, c'est par un entretien préventif et un programme de détection des fuites de ces systèmes qu'il est possible de réduire ces émissions.

### **2.1.3 Traitement des eaux usées**

Il y a plusieurs mesures qui permettent de diminuer la quantité de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O produite par le traitement des eaux usées. Cependant, dans une optique de respect des 3RV-E, avant de changer le procédé de traitement, il faut examiner les mesures qui permettent de réduire à la source les consommations d'eau dans la municipalité. Plusieurs mesures en ce sens ont été recensées dans les plans d'action :

- Rabais à l'achat d'économiseurs d'eau pour les toilettes
- Pommeau de douche à faible débit
- Informer, sensibiliser et éduquer les employés municipaux à une gestion optimale de l'eau potable
- Système de récupération des eaux de pluie
- Entretien préventif des conduites
- Système de détection des fuites
- Recyclage de l'eau de lavage des bus
- Constat d'infraction pour utilisation extérieure de l'eau en période de pénurie

Tout d'abord, des incitatifs financiers peuvent être mis en œuvre. Par exemple, la Ville de Calgary propose des rabais sur les économiseurs d'eau pour les toilettes, dans le but d'inciter la population à l'achat de ce type de système (Ville de Calgary, 2006). Ce même type de mesure incitative peut être reproduit pour tous les types de système d'économie d'eau. Un autre exemple d'économiseur d'eau est les pommeaux de douche à faible débit. La Ville de Vancouver fait partie des villes canadiennes qui ont mis en œuvre ce type de mesure, suite au calcul des

économies financières réalisées par la diminution de la consommation d'eau, et donc du traitement (Ville de Vancouver, 2005).

Au niveau corporatif, certaines municipalités, comme la Ville de Sherbrooke, ont aussi mis en œuvre une sensibilisation des employés municipaux à une gestion optimale de l'eau potable. Ce type de campagne de sensibilisation peut être fait tant au niveau corporatif, qu'au niveau de la collectivité.

Comme beaucoup de municipalités possèdent un réseau unitaire, c'est-à-dire que les eaux de pluie sont envoyées au même traitement que les eaux domestiques, la réduction de l'eau de pluie envoyée au traitement est aussi considérée dans certains plans d'action. Ainsi, la Ville de Calgary propose de faire la promotion des barils de récupération de l'eau de pluie. Au niveau international, la Ville de Chalon-sur-Saône a déjà un système de récupération des eaux de pluie mis en place. De 700 à 1 400 litres d'eau peuvent être stockés pour une maison individuelle. Cette eau est ensuite utilisée pour arroser les espaces verts (Ville de Chalon-sur-Saône, s.d.). Dans le même ordre d'idée, l'installation de réseau séparatif, c'est-à-dire traiter séparément les eaux de pluie, qui demande un moins grand traitement, est aussi une solution de réduction des GES.

L'entretien préventif des conduites ou l'installation d'un système de détection de fuite sont aussi des méthodes recensées dans des plans d'action, comme celui de Calgary. Cette même ville propose aussi le recyclage de l'eau de lavage des bus. Cette méthode peut évidemment être appliquée à tous les types de véhicule.

Il existe aussi des méthodes plus punitives. Par exemple, émettre des contrats d'infraction pour l'utilisation extérieure de l'eau en période de pénurie. La Ville de Québec a proposé cette action dans son plan de 2004.

Outre les mesures visant à réduire la consommation d'eau potable, la réduction des GES émis par le traitement de l'eau usée peut aussi se faire par le changement de procédé de traitement. En effet, même si le traitement aérobie ne produit pas de méthane, il produit une grande quantité de boues, qui va émettre des GES lors de leur enfouissement. Le bilan global des GES est donc réduit lorsque les boues de traitement sont ensuite acheminées vers un digesteur anaérobie qui en réduit le volume tout en produisant une quantité de méthane qui peut servir à

alimenter l'usine en énergie. Une partie de cette énergie peut, entre autres, servir à effectuer une déshydratation plus élevée des boues, ce qui réduira les volumes transportés par camion vers la disposition (Muir, 2009e). L'installation d'un digesteur anaérobie est donc à considérer.

## **2.2 Secteur collectivité**

Cette section rassemble toutes les actions entreprises pour la réduction des GES sur l'ensemble du territoire des municipalités. Il s'agit donc des mesures relatives aux matières résiduelles, au transport routier et aux secteurs résidentiel, commercial et institutionnel.

### **2.2.1 Matières résiduelles**

Comme il est expliqué au chapitre 1, le CO<sub>2</sub> provenant de la décomposition des matières résiduelles est considéré comme provenant de la biomasse et n'est donc pas comptabilisé dans l'inventaire. La réduction des GES se fera donc par le biais de la réduction du méthane émis par la décomposition de ces matières.

Le secteur des matières résiduelles est celui sur lequel l'application des 3RV-E est prédominante. Cependant, il est rarement question de réduction à la source ou de réemploi, les deux premiers R, dans les plans d'action des municipalités. Ces aspects, quoique plus difficiles à élaborer et mesurer, pourraient être abordés par des campagnes d'incitation à la réduction de consommation et de suremballage. En ce qui a trait au recyclage et à la valorisation, des réductions de GES sont dues au détournement de matières envoyées à l'enfouissement. Cependant, ces deux techniques doivent être combinées avec des camions multi-usages, pour ne pas engendrer d'autres GES par la mise sur route de nouveaux camions lourds. Par exemple, la Ville de Brighton & Hove, au Royaume-Uni, vient de mettre en opération en 2006 son système de recyclage et de collecte de matières putrescibles (Burgess, 2006). Cette opération a été accompagnée d'une campagne de sensibilisation au compostage.

Plus près de nous, depuis janvier 2007, les municipalités de la région maskoutaine, dont Saint-Hyacinthe, effectuent la collecte des matières putrescibles. Cette collecte s'est avérée un grand succès étant donné que 59 % des déchets générés ont ainsi été détournés des sites d'enfouissement en 2007 (MDDEP, 2009c).

Le détournement de l'enfouissement des boues provenant du traitement des eaux usées est aussi considéré, car c'est une autre source de GES. Par exemple, à Saguenay, il y a depuis 2008 valorisation des boues provenant du traitement des eaux usées, un projet permettant de produire de l'engrais à partir des boues usées provenant du traitement des eaux. Cela permet d'éviter d'enfouir le contenu de 300 camions de boues par année (MDDEP, 2009c).

L'herbicyclage est aussi une méthode qui détourne des déchets de l'enfouissement. La Ville de Drummondville a enclenché en 2008 un projet de sensibilisation des citoyens à ne plus ramasser le gazon coupé et à le laisser se décomposer directement sur le sol, afin de diminuer les quantités de matières résiduelles à enfouir. Une patrouille terrain a établi des statistiques pour évaluer la réussite de ce projet. Selon cette patrouille, 92 % des résidents du secteur visé par le projet pratiquaient l'herbicyclage. La grande sensibilisation relative à ce projet est partie intégrante de son succès. En effet, des bénévoles ont remis des cartes félicitant les participants. De plus, beaucoup d'affiches prônant l'herbicyclage sont disposées sur les terrains. Ainsi exposées à la vue de tous, ces affiches incitent les gens du quartier à emboîter le pas dans ce projet (UMQ, 2008a).

Une autre forme de valorisation est la méthanisation des matières résiduelles organiques. Cette technologie est largement utilisée en Europe. Elle consiste à traiter les résidus de table en produisant du biogaz. Ce dernier est ensuite utilisé comme carburant dans le transport ou comme combustible pour le chauffage des bâtiments. La MRC de Rivière-du-Loup et la Ville de Rivière-du-Loup sont les premiers au Québec à procéder à la méthanisation de leurs matières résiduelles organiques (UMQ, 2008b).

Une fois ces premières méthodes envisagées, soit celles qui correspondent au 3RV des 3RV-E, viennent celles qui concernent l'enfouissement. Depuis janvier 2009, tous les lieux d'enfouissement sanitaire (LES) de grande taille situés au Québec ont dû se convertir en lieux d'enfouissement technique (LET) ou fermer. En plus de capter les eaux de lixiviation, ces LET doivent être équipés d'un système de captage du biogaz. Cependant, certaines municipalités envoient encore leurs matières résiduelles dans des LES, de taille inférieure à ceux ciblés par la réglementation. Pour ces municipalités, une méthode de réduction de ses émissions de GES est donc la conversion du LES en LET.

### 2.2.2 Transport routier

Comme il a été vu au chapitre 1, le transport routier de la collectivité est la principale source d'émission de GES provenant des municipalités. Les actions qui suivent sont donc celles auxquelles il faut accorder le plus d'importance. Les mesures pour la réduction des émissions de GES sont résumées selon plusieurs thèmes :

- Transport en commun
- Service de covoiturage
- Vélo
- Véhicules verts
- Lutte contre la marche au ralenti

Tout d'abord, au niveau de l'implantation d'un système de transport en commun, certaines municipalités ont opté pour l'autobus, d'autres pour le taxibus. Cependant, il faut rendre ce mode de transport attrayant, car les personnes qui utilisent habituellement leur automobile ont souvent une très mauvaise opinion du transport en commun (City of Leicester, 2003). Pour rendre ce service attrayant, il est possible de le fournir à des prix très abordables, grandement inférieurs à ceux relatifs aux automobiles. Certaines villes ou universités, comme celle de Sherbrooke, offrent à ses étudiants des abonnements gratuits au service de transport en commun. Il est aussi possible d'éviter le trafic, un autre irritant relatif aux automobiles, en créant des voies réservées au transport en commun.

Plusieurs municipalités passent par la promotion du covoiturage pour diminuer leurs émissions dues au transport. Cette promotion peut se faire de différentes façons. La Ville de Rimouski offre présentement un service de covoiturage en ligne, dans une optique de complémentarité avec les différents moyens de transport disponibles. Il s'agit d'un service qui donne la possibilité de s'inscrire en ligne, en tant que conducteur ou passager, dans le but de trouver des partenaires de covoiturage. Le partage des coûts revient ensuite à la discrétion des partenaires (Ville de Rimouski, 2009). Au niveau international, plusieurs villes font aussi la promotion du covoiturage : Oxford, par une campagne de sensibilisation, Hamilton, par un programme de soutien, et Nanterre, par une promotion et un soutien auprès des étudiants.

Les mesures relatives à la promotion de l'utilisation du vélo font aussi partie de différents plans de réduction. La Ville de Victoriaville met gratuitement à la disposition de ses citoyens des vélos communautaires. Il s'agit des bicyclettes récupérées au cours de l'année par la Sûreté du Québec et qui n'ont pas été réclamées (Ville de Victoriaville, 2009). Le système de prêt de vélo est aussi bien implanté dans la Ville de Montréal, grâce au système BIXI. En effet, ce système de vélos en libre-service est accessible à tous, 24 heures par jour, 7 jours par semaine et trois saisons par année, de mai à novembre. Il y a eu plus d'un million de déplacements à l'aide de ces vélos dès la première année (BIXI, 2009).

Plusieurs initiatives sont aussi prises au niveau international : à Chalon-sur-Saône, par le biais d'une politique cyclable, à Champigny-sur-Marne, par l'instauration du concept de bus cycliste, concept basé sur le principe d'un accompagnement par des parents bénévoles, et à Leicester et Toronto, par la construction et la promotion de piste cyclable.

En ce qui a trait à la promotion des véhicules verts, les véhicules hybrides ou électriques, elle peut se faire de différentes façons. Par exemple, la Ville de St-Jérôme accorde la gratuité du stationnement aux véhicules hybrides ou électriques, dans les parcs de stationnement municipaux et dans les aires de stationnement sur rue (Ville de St-Jérôme, 2007). Utilisant moins de combustible fossile que la majorité des véhicules, ces véhicules verts émettent moins de GES lors des déplacements.

Dans cette même optique, la Ville de Toronto propose dans son plan d'action de convertir ses taxis et ses limousines en véhicule à faible émission ou en véhicule hybride (Toronto, 2007).

Au niveau de la lutte contre la marche au ralenti, déjà discutée dans la section des véhicules corporatifs, d'autres actions peuvent être faites dans le secteur de la collectivité. Dans son plan d'action, la Ville de Québec propose de faire une sensibilisation des citoyens afin de les inciter à éviter de laisser tourner le moteur lorsque le véhicule est arrêté. Cependant, des mesures plus punitives peuvent aussi être mises en place. En effet, les villes peuvent passer une réglementation interdisant la marche au ralenti des véhicules sur tout le territoire, sous peine d'amende.

### **2.2.3 Consommation énergétique concernant les niveaux résidentiel, commercial et institutionnel**

L'efficacité énergétique des résidences, des commerces et des institutions sur le territoire des municipalités, peut être améliorée par le biais de plusieurs actions. En effet, toutes les actions proposées pour les bâtiments municipaux s'appliquent aussi aux bâtiments de la collectivité, mais leur implantation touche une tout autre échelle. Ces mesures concernent la sensibilisation à l'économie d'énergie, les énergies renouvelables, comme la géothermie, l'éolien et les murs solaires, les fenêtres à résistance thermique élevée, les toits verts et les bâtiments LEED.

En ce sens, plusieurs villes ont établi des plans de gestion de l'énergie communautaire. Par exemple, la Ville de Saskatoon propose en 2009 un Plan de gestion de l'énergie et des gaz à effet de serre qui comporte les points suivants (CanmetÉnergie, 2009) :

- L'incitation à la modernisation d'immeubles d'habitation
- L'élaboration d'un plan d'utilisation des terrains, fondé sur les principes de « Croissance intelligente »
- L'incitation à la modernisation d'immeubles commerciaux grâce à des mesures de sensibilisation et d'encouragement
- L'appui des systèmes énergétiques communautaires
- L'établissement de directives pour la conception d'immeubles résidentiels et commerciaux
- La sensibilisation et la mobilisation du public

D'ailleurs, la Ville de Saskatoon s'est jointe au programme Partenaires pour la protection du climat (PPC) de la Fédération canadienne des municipalités, qui oblige la Ville à prendre des mesures de lutte contre les changements climatiques.

De son côté, la Ville de Toronto a mis sur pied un programme pilote pour le chauffage solaire de l'eau domestique. Ce programme a débuté en mai 2008 et consiste en un support financier pour chauffer l'eau domestique au solaire et une aide pour identifier les opportunités d'économie d'énergie (Ville de Toronto, 2009).

### **3 SOLUTIONS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES POUR LES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES**

Ce chapitre résume les actions, permettant de réduire les émissions de GES, qui sont applicables aux municipalités québécoises. Pour déterminer l'applicabilité de ces actions, les principaux critères d'évaluation sont :

- L'applicabilité au contexte québécois
- L'aspect financier

D'une part, l'applicabilité au contexte québécois concerne la disponibilité des ressources et des technologies requises au Québec, tout en s'assurant que ces mesures n'ont pas déjà été mises en place dans l'ensemble des municipalités québécoises. D'autre part, l'aspect financier concerne directement les coûts relatifs à l'implantation de ces actions par les municipalités. En effet, les municipalités sont loin de posséder des fonds illimités et beaucoup de ces actions de réduction seraient donc difficiles à mettre en œuvre sans un apport financier externe. Ce chapitre recensera donc aussi les programmes de soutien financier auxquels sont admissibles les municipalités québécoises. Bien sûr, certaines mesures sont simples à mettre en œuvre et ne demandent pas un grand apport financier.

Ce chapitre est divisé de la même façon que le précédent, c'est-à-dire par secteur d'émission. Sont donc détaillées les mesures applicables dans le secteur corporatif, puis dans le secteur collectivité. Finalement, comme cet essai se veut être un outil pour les municipalités qui veulent procéder à la réduction de leurs émissions de GES, un tableau résumé qui rassemble les actions applicables terminera ce chapitre.

#### **3.1 Secteur corporatif**

Cette section résume toutes les actions applicables aux municipalités québécoises pour chacune des sources d'émissions du secteur corporatif : les bâtiments municipaux et autres installations, les équipements motorisés municipaux et le traitement des eaux usées.

### **3.1.1 Bâtiments et autres installations**

Bien que la quantification directe des réductions inhérentes à cette mesure soit difficile à évaluer, la sensibilisation des employés municipaux à l'économie d'énergie est un bon exemple d'action simple de mise en œuvre. En effet, cette mesure est applicable dans tout contexte et ne requiert pas beaucoup de frais.

Pour des actions de plus grande importance, l'Agence de l'Efficacité Énergétique propose différents programmes qui viennent soutenir certaines actions décrites au chapitre 2. Les deux programmes suivants s'appliquent directement aux municipalités :

- Programme d'aide à l'implantation de mesures efficaces dans les bâtiments
- Programme de réduction de consommation de mazout lourd

Tout d'abord, dans le Programme d'aide à l'implantation de mesures efficaces dans les bâtiments, l'Agence de l'efficacité énergétique fournit une aide financière pour planifier et implanter des mesures menant à une réduction de la consommation de mazout léger ou de propane. Les bâtiments municipaux sont admissibles à ce programme. Le bâtiment doit utiliser depuis au moins 3 ans du mazout léger ou du propane pour l'exploitation des équipements non dissociables du bâtiment (AEE, 2009a).

Ensuite, dans le programme de réduction de consommation de mazout lourd, l'Agence de l'efficacité énergétique fournit une aide financière pour la réalisation d'analyses, ainsi que pour l'implantation de mesures d'efficacité énergétique visant le mazout lourd ou pour la conversion vers des sources d'énergie moins polluantes, tels le gaz naturel et la biomasse forestière. Toute personne morale ayant un établissement au Québec et qui consomme du mazout lourd est admissible au programme, donc les municipalités sont admissibles. Ce programme est financé par le Fonds vert dans le cadre de l'action 1 du Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012. Les projets admissibles visent la réduction de la consommation de mazout lourd par le remplacement d'équipements par d'autres plus efficaces ou par la modification d'équipements existants (AEE, 2009b).

Au niveau des mesures en lien avec la télégestion des bâtiments, la Ville de Québec a eu des subventions de la part d'Hydro-Québec pour la mise en œuvre de ces mesures (Muir, 2009a). Le

programme « Appui aux initiatives – Optimisation énergétique des bâtiments », subventionné par Hydro-Québec, permet aux organismes d'obtenir un appui financier pour mettre en œuvre des mesures d'économie d'électricité dans les bâtiments et pour effectuer les travaux s'y rattachant. Les municipalités sont admissibles à ce programme. Pour y adhérer, les projets doivent avoir au moins 10 000 kWh d'économie annuellement (Hydro-Québec, 2009c).

En ce qui concerne la mise en place de fenêtres à résistance thermique élevée, il n'existe pas de programme pour les bâtiments municipaux. Le retour sur l'investissement se fera donc par les économies d'énergie subséquentes. Il en est de même pour l'implantation des toits verts.

Au niveau de l'implantation des mesures en lien avec les énergies renouvelables, soient la géothermie, l'éolien et le solaire, il existe le programme écoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable. En effet, ce programme versera, pendant une période maximale de 10 ans, un cent par kilowattheure obtenu dans le cadre d'un projet admissible qui permettra de produire de l'électricité propre à partir de sources d'énergie renouvelable et qui sera réalisé 1er avril 2007 et le 31 mars 2011 (ÉcoAction, 2009). Les municipalités sont admissibles à ce programme.

En ce qui a trait à la signalisation et au remplacement des feux par des lampes DEL, le programme d'optimisation des feux de signalisation, d'Hydro-Québec, finance 50\$ par lampe (Hydro-Québec, 2009a). Le tableau 3.1 expose les prix de ce type de lampe pour deux fournisseurs qui ont remporté l'appel d'offres de la Ville de Québec lors du remplacement des feux par des lampes DEL.

**Tableau 3.1 : Prix des lampes DEL pour deux fournisseurs québécois**

Type de lampe	Tassimco	Électroméga
Rouge	77\$	83\$
Jaune	126\$	140\$
Vert	110\$	114\$
Flèche rouge	77\$	70\$
Flèche jaune	100\$	72\$
Flèche verte	112\$	109\$

On peut donc constater dans ce tableau que le prix moyen d'une lampe DEL est d'environ 100\$. Ainsi, le programme d'optimisation des feux de signalisation couvre environ la moitié des coûts

d'achat de ces lampes. Cependant, ce programme existe depuis 2007 et se termine en 2010. Plusieurs municipalités ont donc probablement déjà effectué le remplacement de ces feux de signalisation. Un calcul rapide permet d'estimer la période de retour sur l'investissement. En prenant l'exemple du remplacement du feu rouge à incandescence de 200 mm (ayant une puissance de 100W ou 0,1kW) par un feu rouge DEL de 200 mm (ayant une puissance de 8W ou 0,008kW) et en prenant comme hypothèse que le feu est allumé pendant la moitié de la journée (12h) et fonctionne toute l'année, on arrive au calcul suivant si on considère que le prix du kWh est de 0,05\$/kWh.

Lampe à incandescence :  $0,1\text{kW} \times 12\text{h/jour} \times 364 \text{ jours/an} \times 0,05\$/\text{kWh} \times = 21,84\$/\text{an}$

Lampe DEL :  $0,008\text{kW} \times 12\text{h/jour} \times 364 \text{ jours/an} \times 0,05\$/\text{kWh} \times = 1,75\$/\text{an}$

Économie annuelle :  $21,84\$/\text{an} - 1,75\$/\text{an} = 20,09\$/\text{an}$

Retour sur l'investissement :  $50\$/20,09\$/\text{an} = 2,5 \text{ ans}$

La période de retour sur l'investissement pour le remplacement du feu rouge à incandescence de 200 mm par un feu rouge DEL de 200 mm est donc de 2,5 ans, ce qui est un ordre intéressant.

En ce qui concerne l'éclairage public, certaines des actions simples mentionnées au chapitre 2 n'engendrent pas de frais de mise en œuvre :

- Fermeture une heure avant le lever du soleil de l'éclairage de rue
- Fermeture à deux heures du matin pour l'éclairage décoratif

Ces deux mesures peuvent donc facilement être mises en œuvre sans soutien financier.

De plus, de la même façon que pour les feux de signalisation, les municipalités peuvent procéder au remplacement de l'éclairage décoratif par des lampes DEL. Cependant, comme il n'existe présentement pas de programme à ce niveau, le retour sur l'investissement se fait par les économies d'énergie. Le même calcul que pour les feux de signalisation peut être fait pour calculer la période de retour sur l'investissement.

Au niveau des arénas, l'Agence de l'efficacité énergétique peut encore une fois apporter un soutien : par le biais du programme d'optimisation en réfrigération (OPTER), qui vise la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'économie d'énergie. Le volet arénas et centre de curling de ce programme poursuit trois objectifs principaux :

- L'utilisation de réfrigérants plus écologiques
- La réduction de la quantité de réfrigérant utilisée dans le système de réfrigération
- L'optimisation des systèmes de récupération de chaleur par l'intégration des systèmes de réfrigération, de chauffage, de ventilation et de climatisation

Ce programme est financé dans le cadre de l'action no 1 du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques. De plus, l'arrêt planifié des pompes à saumure et des compresseurs est une mesure simple qui peut être mise en œuvre sans soutien financier extérieur. Au niveau des rideaux d'air aux portes des arénas, une étude des coûts et des réductions de GES inhérentes à cette mesure devrait être faite, car aucun programme ne couvre présentement ces frais.

En ce qui a trait aux usines d'eau potable et aux stations d'épuration des eaux usées, les différentes mesures proposées dans les plans d'action sont des mesures d'efficacité énergétique. N'étant couvert par aucun programme, le retour sur l'investissement de ces mesures devra se faire par les économies d'énergie. Ces mesures sont la télégestion dans les usines, les moteurs à haut rendement et les systèmes qui optimisent les grosseurs de bulles et les produits chimiques dans le traitement.

Un dernier programme concernant les bâtiments municipaux peut venir apporter un soutien aux municipalités : le programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage. Ce programme est mis en œuvre par l'Agence de l'efficacité énergétique et offre un soutien financier aux consommateurs de combustibles fossiles, à l'exception du mazout lourd, qui s'engagent à réduire de façon mesurable et durable leur consommation par l'implantation de mesures de conversion à la biomasse forestière résiduelle. Les bâtiments municipaux sont admissibles à ce programme (AEE, 2009c).

### **3.1.2 Équipements motorisés municipaux**

Tout d'abord, la lutte contre la marche au ralenti est une méthode de réduction des émissions de GES qui peut prendre plusieurs formes. La sensibilisation des employés municipaux à l'économie d'énergie est un bon exemple d'action simple de mise en œuvre. Cette mesure est applicable dans tout contexte et ne requiert pas beaucoup de frais.

L'utilisation de technologie pour réduire la marche au ralenti, le système de moteur auxiliaire décrit au chapitre 2, est intéressante et donne des résultats plus efficaces, mais demande un investissement de la part de la municipalité. Comme il n'existe pas de programme spécifique pour ce type d'action, le retour sur l'investissement se fait par les économies de carburant engendrées par le nouveau système. Un exemple de fournisseur de ce système au Québec est Systèmes Mobiltech, qui a commercialisé leur Power Box 415, et qui a comme principaux clients des municipalités (Muir, 2009c).

Au niveau de l'utilisation des biocarburants par les véhicules municipaux, pour que cette mesure soit applicable, il faut que le type de biocarburant soit disponible sur le territoire de la municipalité. Tel que mentionné au chapitre 2, seuls Olco et Sonic offrent présentement ces types de carburant au Québec. La liste des stations d'essence Olco qui offrent du biodiesel se trouve sur le site d'Olco à l'adresse suivante : <http://www.olco.ca/fr/index.html>. La liste des stations d'essence Sonic qui offrent du biodiesel a été fournie par Geneviève Bolduc, directrice générale du Conseil Québécois du Biodiesel, et se trouve à l'annexe 6.

En ce qui concerne le bioéthanol, la liste des stations d'essence Sonic qui en offrent se trouve directement sur le site de Sonic, à l'adresse suivante :

<http://www.petrolesonic.qc.ca/fr/stations-services/cantons-de-lest.htm>.

C'est donc en vérifiant s'il y a un fournisseur de biocarburant, par le biais de ces listes, sur le territoire de la municipalité que l'applicabilité de l'action peut être évaluée.

Au niveau du remplacement progressif des véhicules municipaux en fin de vie par des véhicules moins énergivores, il n'existe pas de programmes de soutien financier, mais comme il s'agit de véhicule en fin de vie, la dépense doit déjà être budgétée par la municipalité. Le retour sur l'investissement supplémentaire se fera donc par les économies de carburants engendrées.

Plusieurs autres actions recensées au chapitre 2 ne demandent que peu de frais de mise en œuvre et peuvent être appliquées sans soutien financier :

- Formation et sensibilisation des conducteurs à l'économie de carburant
- Programme d'inspection des véhicules
- Amélioration de la performance des pneus
- Plan de déplacement des employés

D'autres méthodes demandent un léger investissement de la part de la municipalité :

- Accès à des douches et des casiers pour les employés qui viennent travailler en vélo
- Passe d'autobus à prix réduit pour les employés
- Détection des fuites du système de climatisation

### **3.1.3 Traitement des eaux usées**

Au niveau des émissions de GES émises par le traitement des eaux usées, toutes les techniques de réduction de la consommation d'eau sont applicables aux municipalités québécoises. En effet, certaines mesures sont faciles d'implantation et ne demandent pas un grand investissement financier :

- Informer, sensibiliser et éduquer les employés municipaux à une gestion optimale de l'eau potable
- Constat d'infraction pour utilisation extérieure de l'eau en période de pénurie

D'ailleurs, cette dernière méthode peut même être une source de financement pour la municipalité. D'autres méthodes demandent un léger investissement de la part de la municipalité et devront donc être rentabilisées par l'économie de traitement des eaux :

- Rabais sur les économiseurs d'eau pour les toilettes
- Pommeau de douche à faible débit
- Système de récupération des eaux de pluie
- Recyclage de l'eau de lavage des bus

- Entretien préventif des conduites

En ce qui concerne l'installation d'un digesteur anaérobie pour le traitement des boues, il n'existe pas présentement de programme de financement.

### **3.2 Secteur collectivité**

Cette section résume toutes les actions applicables aux municipalités québécoises pour chacune des sources d'émissions du secteur collectivité : les matières résiduelles, le transport routier et la consommation énergétique des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel.

#### **3.2.1 Matières résiduelles**

Toutes les actions proposées dans le chapitre 2 concernant la gestion des matières résiduelles sont applicables aux municipalités québécoises, car elles ont déjà toutes été implantées dans certaines municipalités québécoises. C'est à chaque municipalité de voir si elle possède les ressources nécessaires pour leur mise en œuvre. Ces actions sont donc :

- Implantation du recyclage
- Collecte des matières putrescibles
- Valorisation des boues provenant du traitement des eaux usées
- Méthanisation des matières résiduelles organiques
- Herbicyclage
- Conversion de LES en LET

#### **3.2.2 Transport routier**

Dans le but de promouvoir les autres modes de transport que l'automobile, Transport Québec a mis de l'avant son programme d'aide gouvernementale aux modes de transport alternatifs à l'automobile (PAGMTAA). Les municipalités sont admissibles à deux volets de ce programme :

- Volet « transport actif »
- Volet « programmes-employeurs »

L'enveloppe du volet « transport actif » contient huit millions de dollars pour les initiatives favorisant les déplacements à pied et à vélo. Quatre types de projets sont admissibles aux subventions (Transport Québec, 2007a):

- Confection d'un plan de mobilité active
- Infrastructures et équipements :
  - Construction d'un lien piétonnier et cyclable entre deux zones séparées par une barrière naturelle ou anthropique
  - Construction et implantation d'aménagements, dans des parcours scolaires, visant à ralentir la circulation automobile et à améliorer la sécurité des piétons et des cyclistes
  - Construction de voies cyclables et travaux de remise aux normes
  - Construction de stationnements publics pour vélo et implantation de supports pour vélo
- Activités de formation à l'intention des responsables municipaux
- Activités d'éducation, de sensibilisation et de promotion des déplacements actifs auprès de la population.

C'est donc par le biais de ce programme qu'une municipalité peut mettre de l'avant un projet pour favoriser les déplacements à pied ou en vélo, soit par la formation, la sensibilisation ou même par la construction d'infrastructures encourageant ces modes de transport.

L'enveloppe du volet « programmes-employeurs » contient deux millions de dollars pour la mise en place de mesures visant à réduire l'usage individuel de l'automobile en favorisant l'utilisation des services de transport en commun et d'autres formes de transport comme le covoiturage, la bicyclette, la marche et les systèmes de navettes pour les déplacements de personnes aux fins de travail et d'études. Les municipalités qui comptent plus de 100 employés dans un même lieu de travail sont admissibles à ce programme pour tout projet visant l'analyse des besoins, le développement, la promotion, la mise en place et l'évaluation de mesures facilitant les déplacements vers les lieux de travail (Transport Québec, 2007a).

Au niveau de la mise en place d'un système de transport en commun ou de taxibus, il n'existe pas de programme de soutien financier. C'est donc par les revenus inhérents à ce service que les municipalités peuvent en partie se financer.

Un autre programme peut présentement apporter un soutien financier aux municipalités dans le secteur des transports : le Programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Ce programme vise à favoriser l'introduction de nouvelles technologies et à améliorer l'efficacité énergétique dans le transport routier des personnes. Ce programme comporte trois volets distincts :

- Une subvention à l'acquisition d'un véhicule automobile électrique ou hybride utilisé comme véhicule de taxi
- Une subvention à l'acquisition d'un autobus électrique ou hybride
- Une subvention à l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules utilisés pour le transport collectif des personnes

Le volet 1 permet donc à tout propriétaire de taxi de recevoir une subvention de 2 000\$ pour l'acquisition d'un véhicule automobile, neuf ou d'occasion, entièrement mû par énergie électrique ou hybride. Les municipalités sont directement admissibles au volet 2, qui accorde une subvention pour l'acquisition d'un autobus, neuf ou d'occasion, électrique ou hybride. Elles sont aussi admissibles au volet 3 pour tout projet introduisant une nouvelle technologie susceptible d'améliorer l'efficacité énergétique d'un véhicule à moteur thermique utilisé pour le transport collectif des personnes (Transport Québec, 2007b).

Bien qu'il n'existe pas de programme spécifique pour venir en aide à l'implantation de cette mesure, l'incitation au covoiturage est une action simple de mise en œuvre. Elle peut se faire par sensibilisation ou à l'aide d'outil informatique.

Une autre mesure qui est facilement applicable aux municipalités québécoises est d'offrir le stationnement gratuit pour les véhicules verts, comme l'a fait la Ville de St-Jérôme. Cette mesure demande peu de frais de mise en œuvre.

Un point majeur dans la réduction des émissions inhérentes au transport de la collectivité est la lutte contre la marche au ralenti. Cette lutte peut se faire par une campagne de sensibilisation

des citoyens, qui est une mesure relativement simple et peu coûteuse pour la municipalité. Cependant, cette lutte peut aussi se faire par une mesure plus drastique qui est une réglementation interdisant la marche au ralenti. À ce niveau, le programme "Coupez le moteur!" du MDDEP, entré en vigueur le 5 décembre 2007, met en œuvre la mesure 5 du Plan d'action québécois 2006-2012 de lutte contre les changements climatiques, qui vise à inciter les municipalités du Québec à adopter un règlement pour contrer les effets de la marche au ralenti inutile des véhicules. L'un des objectifs de ce programme est d'uniformiser la réglementation et la signalisation routière au Québec sur la marche au ralenti.

Le MDDEP a produit une trousse d'information, afin de soutenir les municipalités dans l'adoption d'un règlement sur la marche au ralenti sur leur territoire. Cette trousse fournit également toutes les informations utiles à l'élaboration d'outils d'information et de sensibilisation (MDDEP, 2007).

### **3.2.3 Consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et institutionnel**

L'incitation par la municipalité à la modernisation d'immeubles d'habitation par la promotion intensive du programme ÉcoENERGIE est une mesure simple et peu coûteuse. De plus, pour les particuliers, il existe plusieurs possibilités d'obtenir des subventions gouvernementales.

- Gouvernement du Canada
  - Programme ÉcoACTION
  - Crédit d'impôt pour la rénovation domiciliaire
- Gouvernement du Québec
  - Rénoclimat
  - Crédit d'impôt pour la rénovation domiciliaire
  - Remboursement partiel de la TPS et de la TVQ

Ces programmes sont des soutiens financiers aux mesures d'efficacité énergétique prises par les particuliers. Par exemple, pour l'installation de fenêtres et portes-fenêtres homologuées ENERGY STAR, qui diminuent l'échange thermique avec l'extérieur.

Aussi, la sensibilisation des citoyens à la gestion de l'énergie est une mesure simple de mise en œuvre, qui ne requiert pas beaucoup d'investissement de la part des municipalités. Cette action peut donc être faite sans apport financier.

### 3.3 Résumé des principales recommandations

Comme cet essai se veut un outil pour les municipalités qui veulent procéder à la réduction de leurs émissions de GES, le tableau 3.2 résume les actions applicables aux municipalités québécoises, ainsi que les différentes formes d'aide financière ou technique qui peuvent être accordées aux municipalités pour la mise en œuvre de ces actions.

**Tableau 3.2 : Résumé des actions applicables aux municipalités québécoises**

Source d'émission	Action	Aide financière ou technique
Bâtiments municipaux et autres installations	Réduction de la consommation du mazout léger et du propane	Programme d'aide à l'implantation de mesures efficaces dans les bâtiments (Agence de l'efficacité énergétique)
	Réduction de la consommation du mazout lourd	Programme de réduction de consommation de mazout lourd (Agence de l'efficacité énergétique)
	Sensibilisation des employés à une gestion intelligente de l'énergie	Peu de frais relatifs à cette action
	Télégestion des bâtiments	Appui aux initiatives – Optimisation énergétique des bâtiments (Hydro-Québec)
	Fenêtres à résistance thermique élevée et toits verts	Appui aux initiatives – Optimisation énergétique des bâtiments (Hydro-Québec)
	Utilisation d'énergie renouvelable	ÉcoAction
	Remplacement des feux de signalisation par des lampes DEL	Programme d'optimisation des feux de signalisation
	Fermeture une heure avant le lever du soleil de l'éclairage de rue	Peu de frais relatifs à cette action
	Fermeture à deux heures du matin pour l'éclairage décoratif	Peu de frais relatifs à cette action
	Remplacement de l'éclairage décoratif par des lampes DEL	Pas de programme
	Mesures concernant les arénas	Programme d'optimisation en réfrigération (OPTER)
	Arrêts planifiés des pompes à saumure et des compresseurs	Peu de frais relatifs à cette action
	Rideau d'air (porte des arénas)	Pas de programme

<b>Source d'émission</b>	<b>Action</b>	<b>Aide financière ou technique</b>
Bâtiments municipaux et autres installations	Mesures concernant les usines d'eau potable et aux stations d'épuration des eaux usées	Pas de programme
	Utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage	Programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage (Agence de l'efficacité énergétique)
Véhicules motorisés municipaux	Sensibilisation des employés municipaux à la lutte contre la marche au ralenti	Peu de frais relatifs à cette action
	Utilisation de technologie pour réduire la marche au ralenti	Pas de programme
	Utilisation de biocarburant	Pas de programme, vérifier disponibilité sur le territoire
	Remplacement progressif des véhicules en fin de vie par des véhicules moins énergivores	Pas de programme
	Formation et sensibilisation des conducteurs à l'économie de carburant	Peu de frais relatifs à cette action
	Programme d'inspection des véhicules	Peu de frais relatifs à cette action
	Amélioration de la performance des pneus	Peu de frais relatifs à cette action
	Plan de déplacement des employés	Peu de frais relatifs à cette action
	Accès à des douches et des casiers pour les employés qui viennent travailler en vélo	Pas de programme
	Passes d'autobus à prix réduit pour les employés	Pas de programme
	Détection des fuites du système de climatisation	Pas de programme
Traitement des eaux usées	Informers, sensibiliser et éduquer les employés municipaux à une gestion optimale de l'eau potable	Peu de frais relatifs à cette action
	Constat d'infraction pour utilisation extérieure de l'eau en période de pénurie	Peu de frais relatifs à cette action
	Rabais sur les économiseurs d'eau pour les toilettes	Pas de programme
	Pommeau de douche à faible débit Système de récupération des eaux de pluie	Pas de programme
	Recyclage de l'eau de lavage	Pas de programme
	Entretien préventif des conduites	Pas de programme

<b>Source d'émission</b>	<b>Action</b>	<b>Aide financière ou technique</b>
Traitement des eaux usées	Installation d'un digesteur anaérobie pour le traitement des boues	Pas de programme
Matières résiduelles	Implantation du recyclage	Pas de programme
	Collecte des matières putrescibles	Pas de programme
	Valorisation des boues provenant du traitement des eaux usées	Pas de programme
	Méthanisation des matières résiduelles organiques	Pas de programme
	Herbicyclage	Pas de programme
	Conversion de LES en LET	Pas de programme
Transport de la collectivité	Promotion ou construction d'infrastructures pour les déplacements à pied ou en vélo	Programme d'aide gouvernementale aux modes de transport alternatifs à l'automobile
	Transport en commun, taxibus	Pas de programme
	Acquisition d'un véhicule automobile électrique ou hybride utilisé comme véhicule de taxi	Programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique (volet 1)
	Acquisition d'un autobus électrique ou hybride	Programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique (volet 2)
	Amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules utilisés pour le transport collectif des personnes	Programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique (volet 3)
	Service de covoiturage	Pas de programme
	Stationnement gratuit pour les véhicules verts	Peu de frais relatifs à cette action
	Lutte contre la marche au ralenti	Programme Coupez les moteurs (MDDEP)
Consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et institutionnel	Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments	Gouvernement du Canada : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programme ÉcoACTION</li> <li>▪ Crédit d'impôt pour la rénovation domiciliaire</li> </ul> Gouvernement du Québec : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rénoclimat</li> <li>▪ Crédit d'impôt pour la rénovation domiciliaire</li> <li>▪ Remboursement partiel de la TPS et de la TVQ</li> </ul>
	Sensibilisation des citoyens à la gestion de l'énergie	Peu de frais relatifs à cette action

Grâce à ce tableau, les municipalités peuvent cibler les actions qui conviennent à leurs besoins et à leurs moyens. Les actions applicables se divisent donc en trois groupes principaux :

- Les actions simples de mise en œuvre qui ne requièrent pas beaucoup de dépenses de la part de la municipalité
- Les actions qui sont en lien avec un programme de financement, qui peut soutenir les municipalités dans la mise en œuvre de ces actions
- Les actions qui ont un retour sur l'investissement intéressant et qui permettent aux municipalités de faire des économies financières

## CONCLUSION

L'augmentation de la concentration des GES dans l'atmosphère due aux activités anthropiques a un impact direct sur les changements climatiques. Pour lutter contre ces derniers de nombreux pays, dont le Canada, se sont fixé des objectifs de réduction des émissions de GES. Puisque plus de la moitié des émissions canadiennes de GES sont liées aux municipalités, il est de première importance que les municipalités posent des actions pour réduire ces émissions.

Le gouvernement du Québec a récemment lancé le programme Climat municipalités, qui vient apporter un soutien financier aux municipalités qui veulent produire, ou mettre à jour, un inventaire des émissions de GES et élaborer un plan d'action visant leur réduction et un plan d'adaptation aux changements climatiques.

Comme l'inventaire des émissions de GES est la base sur laquelle reposent les plans d'action, il est de première importance que la méthodologie de réalisation d'un inventaire soit clairement définie.

Une revue des différents plans d'action municipaux pour la réduction des émissions de GES a été faite, au niveau québécois, canadien et international. Cette revue a mené à une liste exhaustive d'actions et de mesures visant la réduction des émissions de GES dans tous les secteurs municipaux : bâtiments, équipements motorisés, traitement des eaux, matières résiduelles, transport de la collectivité et consommation énergétique aux niveaux résidentiel, commercial et institutionnel.

L'applicabilité de ces actions dans le contexte québécois a été évaluée en fonction de la disponibilité des ressources et des technologies requises, tout en s'assurant que ces mesures n'ont pas déjà été mises en place dans l'ensemble des municipalités québécoises, ainsi qu'en fonction des moyens financiers des municipalités.

Comme un grand nombre de ces actions demandent un investissement de la part des municipalités, une revue des programmes de soutien financier et technique, auxquels les municipalités sont admissibles, a été faite. Ces programmes couvrent l'ensemble des secteurs d'émission de GES.

Les actions de réduction se divisent donc en trois groupes principaux : les actions simples de mise en œuvre qui ne requièrent pas beaucoup de dépenses de la part de la municipalité, les actions qui sont en lien avec un programme de financement, qui peut soutenir les municipalités dans la mise en œuvre de ces actions et les actions qui ont un retour sur l'investissement intéressant et qui permettent aux municipalités de faire des économies financières.

Grâce à l'outil fourni dans cet essai, qui résume les actions et les programmes correspondants, les municipalités québécoises peuvent cibler les actions qui conviennent à leurs besoins et à leurs moyens.

## RÉFÉRENCES

- Allard, J.-L. (2009). Contrôle des gaz à effet de serre. *Vecteur environnement*, vol 42, n°5, p.38-41.
- BIXI (2009). Plus d'un million de déplacements en BIXI! *In BIXI*. 26 octobre. [En ligne] <http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/pdtu/whitehorse2007.htm> (Page consultée le 10 novembre 2009).
- Burgess, S. (2006). *Climate Change Action Plan for Brighton & Hove*. Brighton & Hove. 45 p.
- Canada. ÉcoAction (2009). *ÉcoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable*. [En ligne] <http://www.ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/index-fra.cfm> (Page consultée le 11 novembre 2009).
- Canada. Environnement Canada (2008). *Rapport d'inventaire national 1990-2006*. Environnement Canada, 689 p.
- Canada. Transport Canada (2007). *Projet Whitehorse Moves*. [En ligne] <http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/pdtu/whitehorse2007.htm> (Page consultée le 5 novembre 2009).
- CanmetÉnergie (2009). *Études de cas d'énergie communautaire: Plan de gestion de l'énergie et des gaz à effet de serre*. Saskatoon. 4 p.
- Centre National du Transport Avancé (2009). *Saint-Jérôme, ville laboratoire pour l'essai des véhicules électriques et hybrides*. [En ligne] <http://www.ville.saint-jerome.qc.ca/pages/aDemander/Villelaboratoire2.aspx> (Page consultée le 5 novembre 2009).
- City of Leicester (2003). *Climate change strategy*. Leicester. 79 p.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport*. 103 p.

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Chapter 3 : Solid waste disposal*. 40 p.
- Hydro-Québec (2009a). *Saviez-vous que vos feux consomment 10 fois trop d'énergie ?* [En ligne] [http://www.hydroquebec.com/affaires/appui\\_feux/index.html](http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_feux/index.html) (Page consultée le 4 novembre 2009).
- Hydro-Québec (2009b). *Pleins feux sur la Ville de Lévis !* [En ligne] [http://www.hydroquebec.com/affaires/appui\\_feux/temoignage.html](http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_feux/temoignage.html) (Page consultée le 4 novembre 2009).
- Hydro-Québec (2009c). *Appui aux initiatives – Optimisation énergétique des bâtiments* [En ligne] [http://www.hydroquebec.com/affaires/appui\\_batiments/programme\\_en\\_bref.html](http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_batiments/programme_en_bref.html) (Page consultée le 30 novembre 2009).
- Muir, M. (2009a). Discussion au sujet des actions entreprises par la Ville de Québec concernant les bâtiments municipaux. Communication orale. *Entrevue réalisée avec Jean Lemay, service des immeubles de la Ville de Québec*. 22 octobre 2009, conversation téléphonique, Sherbrooke.
- Muir, M. (2009b). Discussion au sujet des actions entreprises par la Ville de Québec concernant la signalisation. Communication orale. *Entrevue réalisée avec M. Guérard, responsable éclairage public et signalisation à la Ville de Québec*. 29 septembre 2009, conversation téléphonique, Sherbrooke.
- Muir, M. (2009c). Discussion au sujet du système de moteur auxiliaire. Communication orale. *Entrevue réalisée avec M. Fred Baldassare, président de Systèmes Mobiltech*. 14 octobre 2009, conversation téléphonique, Sherbrooke.
- Muir, M. (2009d). Discussion au sujet des sources d'approvisionnement en biodiesel au Québec. Communication orale. *Entrevue réalisée avec Mme. Geneviève Bolduc, directrice générale du Conseil Québécois du Biodiesel*. 21 octobre 2009, conversation téléphonique, Sherbrooke.

- Muir, M. (2009e). Discussion au sujet du traitement anaérobie vs aérobie des eaux usées. Communication orale. *Entrevue réalisée avec M. François Roberge, directeur soutien à l'innovation – Enviro-accès*. 28 octobre 2009, conversation téléphonique, Sherbrooke.
- Organisation météorologique mondiale (OMM) (2006). Bulletin sur les gaz à effet de serre. Bilan des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère, d'après les observations effectuées à l'échelle du globe en 2005. n°2, p.1.
- Organisation Internationale de Normalisation (2005). *Gaz à effet de serre — Partie 1: Spécifications et lignes directrices, au niveau des organisations, pour la quantification et la déclaration des émissions des gaz à effet de serre et leur suppression*. Genève, ISO, 20 p. (Norme ISO 14064-1).
- Québec. Agence de l'efficacité énergétique (AEE) (2009a). Programme d'aide à l'implantation de mesures efficaces dans les bâtiments. In Agence de l'efficacité énergétique. [en ligne] <http://www.aee.gouv.qc.ca/clientele-affaires/commerce/programmes-et-aides-financieres-destines-aux-commerces/programme-daide-a-limplantation-de-mesures-efficaces-dans-les-batiments/> (Page consultée le 11 novembre 2009).
- Québec. Agence de l'efficacité énergétique (AEE) (2009b). Programme de réduction de consommation de mazout lourd. In Agence de l'efficacité énergétique. [en ligne] <http://www.aee.gouv.qc.ca/clientele-affaires/industries/programmes-et-aide-financiere-destines-aux-industries/programme-de-reduction-de-consommation-de-mazout-lourd/> (Page consultée le 11 novembre 2009).
- Québec. Agence de l'efficacité énergétique (AEE) (2009c). Programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage. [en ligne] <http://www.aee.gouv.qc.ca/clientele-affaires/institutions/programme-daide-a-lutilisation-de-la-biomasse-forestiere-pour-le-chauffage-pilote/> (Page consultée le 11 novembre 2009).
- Québec. Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2007). Programme Coupez le moteur!. In Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs. [en ligne]

- <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/coupez-le-moteur/> (Page consultée le 11 novembre 2009).
- Québec. Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009a). Programme Climat municipalités. In Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs. *Cadre normatif*, [en ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/cadre-normatif.pdf> (Page consultée le 2 novembre 2009).
- Québec. Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009b). Programme Climat municipalités. In Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs. *Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*, [en ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/guide-inventaire-GES.pdf> (Page consultée le 2 novembre 2009).
- Québec. Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009c). Programme Climat municipalités. In Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs. *Exemples de mesures mises en place en vue de réduire les émissions de GES*, [en ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/exemples.htm> (Page consultée le 9 novembre 2009).
- Québec. Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) (2009). *Bilan 2008 : accidents, parc automobile et permis de conduire*. Société de l'assurance automobile du Québec. 213 p.
- Québec. Transport Québec (2007a). Modes de transport alternatifs à l'automobile. In Transport Québec. [en ligne] [http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/entreprises/transport\\_collectif/programmes\\_aide/modes\\_transpt\\_altern](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/entreprises/transport_collectif/programmes_aide/modes_transpt_altern) (Page consultée le 12 novembre 2009).
- Québec. Transport Québec (2007b). Efficacité énergétique dans le transport routier des personnes. [en ligne]

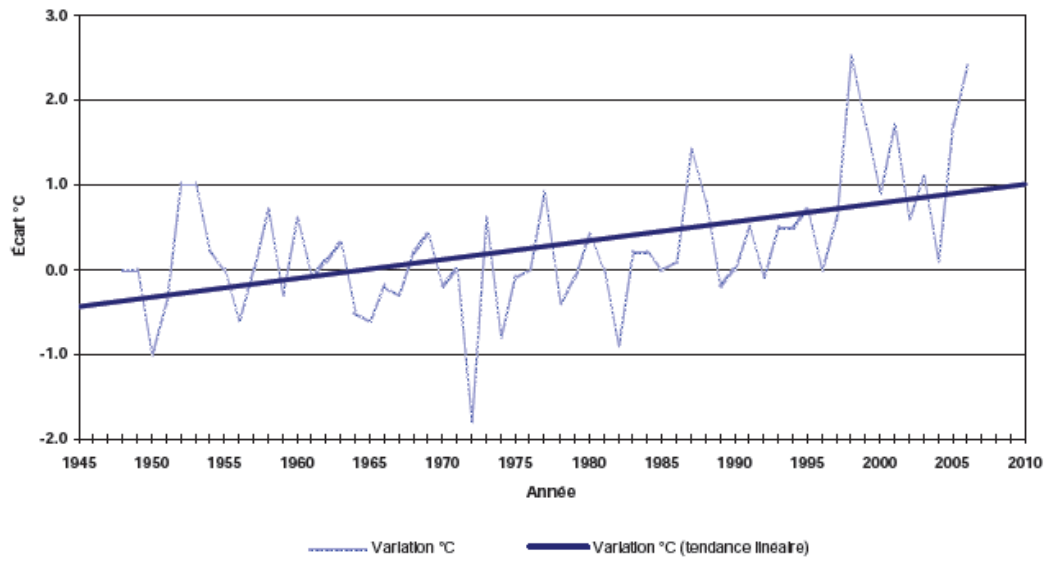
- [http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/entreprises/transport\\_collectif/programmes\\_aide/effi\\_energ\\_transp\\_routi\\_person](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/entreprises/transport_collectif/programmes_aide/effi_energ_transp_routi_person) (Page consultée le 12 novembre 2009).
- Tecslut (2008). *Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre de l'agglomération de Québec*. Québec. 202 p.
- Union des municipalités du Québec (UMQ) (2008a). Herbicyclage - Un projet pilote à Drummondville connaît un vif succès. *In* UMQ. [en ligne] <http://www.umq.qc.ca/publications/article.asp?ID=35695> (Page consultée le 9 novembre 2009).
- Union des municipalités du Québec (UMQ) (2008a). Environnement - Méthanisation des matières résiduelles organiques. *In* UMQ. [en ligne] <http://www.umq.qc.ca/publications/article.asp?ID=34975> (Page consultée le 9 novembre 2009).
- Ville de Bangkok (2007). *Action Plan on Global Warming Mitigation 2007 – 2012*. Bangkok. 23 p.
- Ville de Calgary (2006). *Climate change action plan target 50*. Calgary. 92 p.
- Ville de Chalon-sur-Saône (s.d.). *Le programme privilèges*. Chalon-sur-Saône. 9 p.
- Ville de Montréal (2007). *Plan d'action corporatif « Pour préserver le climat »*. Montréal. 31 p.
- Ville de Québec (2004). *Plan de réduction des émissions de gaz à effet de serre 2004*. Québec. 20p.
- Ville de Rimouski (2009). *Covoiturage*. [en ligne] <http://rimouski.covoiturage.ca/> (Page consultée le 10 novembre 2009).
- Ville de St-Jérôme (2007). *Si votre auto est verte, vous ne payez pas le stationnement !* [en ligne] <http://www.ville.saint-jerome.qc.ca/pages/nouvelles/sivotreautoestvertevousnepayezpaslestationnement.aspx> (Page consultée le 10 novembre 2009).
- Ville de Toronto (2007). *Climate change, clean air and sustainable energy action plan: moving from framework to action*. Toronto. 15 p.

- Ville de Toronto (2009). *Toronto Solar Neighbourhood Initiative*. [en ligne]  
<http://www.toronto.ca/taf/solar.htm> (Page consultée le 10 novembre 2009).
- Ville de Vancouver (2005). *Vancouver's Community Climate Change Action Plan*, Vancouver. 54 p.
- Ville de Victoriaville (2009). *Vélos communautaires*. [en ligne]  
[http://www.ville.victoriaville.qc.ca/content/fr-ca/s2f\\_velos.aspx](http://www.ville.victoriaville.qc.ca/content/fr-ca/s2f_velos.aspx) (Page consultée le 10 novembre 2009).
- Ville d'Hamilton (2006). *Air Quality and Climate Change Corporate Strategic Plan*. Hamilton. 56p.
- World Wildlife Fund (WWF) (2005a). *Projet d'Initiatives des Villes pour la réduction des Émissions de Gaz à Effet de Serre – Éclairage public*. [en ligne] [http://www.programme-privileges.com/cote\\_ville\\_fiche\\_collectivite01.php?id=125](http://www.programme-privileges.com/cote_ville_fiche_collectivite01.php?id=125) (Page consultée le 15 octobre 2009).
- World Wildlife Fund (WWF) (2005b). *Projet d'Initiatives des Villes pour la réduction des Émissions de Gaz à Effet de Serre – Chauffage par géothermie*. [en ligne]  
[http://www.programme-privileges.com/cote\\_ville\\_fiche\\_collectivite01.php?id=98](http://www.programme-privileges.com/cote_ville_fiche_collectivite01.php?id=98) (Page consultée le 15 octobre 2009).
- World Wildlife Fund (WWF) (2005c). *Projet d'Initiatives des Villes pour la réduction des Émissions de Gaz à Effet de Serre – Pompe à chaleur géothermale*. [en ligne]  
[http://www.programme-privileges.com/cote\\_ville\\_fiche\\_collectivite01.php?id=369](http://www.programme-privileges.com/cote_ville_fiche_collectivite01.php?id=369)  
(Page consultée le 15 octobre 2009).
- World Wildlife Fund (WWF) (2005d). *Projet d'Initiatives des Villes pour la réduction des Émissions de Gaz à Effet de Serre – Plan de déplacement des employés*. [en ligne]  
[http://www.programme-privileges.com/cote\\_ville\\_fiche\\_collectivite01.php?id=323](http://www.programme-privileges.com/cote_ville_fiche_collectivite01.php?id=323)  
(Page consultée le 15 octobre 2009).

**ANNEXE 1 : AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU CANADIEN**

Canada. Environnement Canada (2008). *Rapport d'inventaire national 1990-2006*.

Environnement Canada, p.21.



## **ANNEXE 2 : POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE (PRP)**

Organisation Internationale de Normalisation (2005). *Gaz à effet de serre — Partie 1: Spécifications et lignes directrices, au niveau des organisations, pour la quantification et la déclaration des émissions des gaz à effet de serre et leur suppression*. Genève, ISO, 20p. (Norme ISO 14064-1).

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

### **ANNEXE 3 : FACTEURS D'ÉMISSION**

Canada. Environnement Canada (2008). *Rapport d'inventaire national 1990-2006*.  
Environnement Canada, 689 p.

Source	Facteur d'émission				Unité	
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq		
Électricité au Québec	-	-	-	0,006	kg/kWh	
Combustion du gaz naturel - résidentiel	1,891	0,000037	0,000035	1,903	kg/m <sup>3</sup>	
Combustion du propane - résidentiel	1,51	0,000027	0,000108	1,544	kg/L	
Combustion du mazout lourd - résidentiel	3,124	0,000057	0,000064	3,145	kg/L	
Combustion du mazout léger - résidentiel	2,725	0,000026	0,000006	2,727	kg/L	
Véhicules légers à essence	Niveau 1	2,289	0,00012	0,00016	2,341	kg/L
	Niveau 0	2,289	0,00032	0,00066	2,500	kg/L
	Convertisseur catalytique d'oxydation	2,289	0,00052	0,0002	2,362	kg/L
	Système sans catalyseur	2,289	0,00046	0,000028	2,307	kg/L
Camions légers à essence	Niveau 1	2,289	0,00013	0,00025	2,369	kg/L
	Niveau 0	2,289	0,00021	0,00016	2,343	kg/L
	Convertisseur catalytique d'oxydation	2,289	0,00043	0,00066	2,503	kg/L
	Système sans catalyseur	2,289	0,00056	0,000028	2,309	kg/L
Véhicules lourds à essence	Catalyseur à trois voies	2,289	0,000068	0,0002	2,352	kg/L
	Système non catalytique	2,289	0,00029	0,000047	2,310	kg/L
	Sans système dépolluant	2,289	0,00049	0,000084	2,325	kg/L
Motocyclettes	Système sans catalyseur	2,289	0,0014	0,000045	2,332	kg/L
Véhicules légers à moteur diesel	Dispositif perfectionné	2,663	0,000051	0,00022	2,732	kg/L
	Dispositif à efficacité modérée	2,663	0,000068	0,00021	2,730	kg/L
	Sans dispositif	2,663	0,0001	0,00016	2,715	kg/L
Camions légers à moteur diesel	Dispositif perfectionné	2,663	0,000068	0,00022	2,733	kg/L
	Dispositif à efficacité modérée	2,663	0,000068	0,00021	2,730	kg/L
	Sans dispositif	2,663	0,000085	0,00016	2,714	kg/L
Véhicules lourds à moteur diesel	Dispositif perfectionné	2,663	0,00012	0,000082	2,691	kg/L
	Dispositif à efficacité modérée	2,663	0,00014	0,000082	2,691	kg/L
	Sans dispositif	2,663	0,00015	0,000075	2,689	kg/L
Véhicules hors route	Essence	2,289	0,0027	0,00005	2,361	kg/L
	Diesel	2,663	0,00015	0,0011	3,007	kg/L
Éthanol	1,469				kg/L	
Biodiesel	2,499				kg/L	

#### **ANNEXE 4 : CAPACITÉ ÉQUIPEMENT RÉFRIGÉRATION ET DE CLIMATISATION**

Québec. Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009b). Programme Climat municipalités. *In* Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs. *Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*, [en ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/guide-inventaire-GES.pdf> (Page consultée le 2 novembre 2009)

	Facteurs dans l'équation				
	Charge (kg)	Émission initiale <b>k</b> (% de la charge initiale)	Émission de fonctionnement <b>x</b> (% de la charge initiale/année)	Charge initiale restante <b>y</b> (% de la charge initiale)	Efficacité de récupération <b>z</b> (% restant)
Réfrigération domestique	0,05 - 0,5	1 %	0,5 %	80 %	70 %
Applications commerciales indépendantes	0,2 - 6	3 %	15 %	80 %	70 %
Réfrigération commerciale, moyenne et grande	50 - 2 000	3 %	35 %	100 %	70 %
Réfrigération industrielle comprenant la transformation des aliments et la conservation par le froid	10 - 10 000	3 %	25 %	100 %	90 %
Refroidisseurs	10 - 2 000	1 %	15 %	100 %	95 %
Climatisation commerciale et résidentielle comprenant les pompes à chaleur	0,5 - 100	1 %	10 %	80 %	80 %

	Facteurs dans l'équation				
	Charge (kg)	Émission initiale <b>k</b> (% de la charge initiale)	Émission de fonctionnement <b>x</b> (% de la charge initiale/année)	Charge initiale restante <b>y</b> (% de la charge initiale)	Efficacité de récupération <b>z</b> (% restant)
Fluide frigorigène de transport	3 - 8	1 %	50 %	50 %	70 %
Climatisation mobile	0,5 - 1,5	0,5 %	20 %	50 %	50 %

**ANNEXE 5 : CONSOMMATION ANNUELLE DE PROTÉINE**

Canada. Environnement Canada (2008). *Rapport d'inventaire national 1990-2006*.

Environnement Canada, 689 p.

<b>Année</b>	<b>Consommation de protéines (g/personne/jour)</b>
1990	70,53
1991 <sup>a</sup>	68,48
1992	71,26
1993	71,64
1994	72,02
1995	72,39
1996 <sup>a</sup>	71,22
1997	73,09
1998	73,40
1999	73,67
2000	73,91
2001 <sup>a</sup>	75,94
2002 <sup>a</sup>	75,44
2003 <sup>a</sup>	74,43
2004 <sup>a</sup>	75,10
2005 <sup>a</sup>	74,47
2006 <sup>b</sup>	72,34

**ANNEXE 6 : STATIONS D'ESSENCE SONIC QUI OFFRENT DU BIODIESEL**

Fournie par Geneviève Bolduc, Directrice générale du Conseil Québécois du Biodiesel.

# GAGNEZ AVEC SONIC

www.petrolesonic.coop



**[vert]\* gagnant**

Postes Sonic qui au Québec offrent le biodiesel, une alternative verte :

Acton Vale	1360, boul. Acton	450 546-2203
Berthierville	990, Gilles Villeneuve, C.P. 605	450 836-4505
Buckingham	129, avenue Lépine	819 986-1213
Charlemagne	335, Notre-Dame	450 581-0190
Crabtree	210, 8 <sup>e</sup> Rue	450 754-4111
Drummondville	2020, Jean-de-Brébeuf	819 472-6297
Dunham	107, rue Bruce	450 295-2649
Howick	39, rue Mill	450 825-0389
Huntingdon	47, rue Châteauguay	450 264-3518
Joliette	10, boul. de l'Industrie	450 759-6989
Kirkland	3055, Saint-Charles	514 694-6327
La Minerve	142, chemin des Fondateurs	819 274-2326
Labelle	8029, Curé-Labelle	819 686-2611
Lachute	340, rue Béthany	450 562-3457
Lanoraie	19, chemin Joliette	450 887-1070
L'Assomption	711, boul. L'Ange-Gardien	450 589-8603
Laval, Pont-Viau	1013, boul. des Laurentides	450 663-7770
Laval, Ste-Rose	185, Curé-Labelle	450 628-3046
Lavaltrie	5, chemin Lavaltrie	450 586-3355





Le Gardeur	520, boul. Lacombe	450 582-0344
Mirabel	9190, boul. St-Canut	450 438-8386
Mont-Laurier	160, boul. Paquette	819 623-5202
Montréal	1490, de l'Eglise	514 768-0397
Montréal	2715, rue Fleury est	514 389-0476
Mont-Tremblant	181 route 117, C.P. 4691	819 425-5651
Plaisance	228, route 148	819 427-6060
Prévost	2487, Labelle	450 432-2066
Rawdon	4933, route 125	450 834-6771
Richelieu	1402, chemin des Patriotes	450 447-8856
Sorel-Tracy	555, rue de Ramesay	450 742-4887
St-André-Avellin	615, route 321 nord	819 983-2647
St-Barnabé Sud	580, rang Du Haut St-Arnabe	450 792-3381
St-Boniface	54 boul. Trudel Ouest	819 535-2947
St-Bruno	4, de la Rabastalière ouest	450 441-1419
St-Chrysostome	31, rue du Père-Payant	450 826-4440
St-Clet	317, Cité des Jeunes	450 456-3516
St-Cuthbert	1771, route 138	450 885-3030
St-Denis sur Richelieu	98, Yamaska	450 787-1122
Ste-Julie	350, Touraine	450 649-3939
Ste-Rosalie (St-Hyacinthe)	3100, boul. Laurier	450 771-4448
St-Étienne-des-Grès	1210, boul. de la Gabelle	819 535-6640
St-Germain-de-Grantham	197, autoroute Jean-Lesage	819 395-2222
St-Guillaume	73, route de l'Eglise	819 396-2022
St-Hyacinthe	2510, Ste-Anne	450 774-0088
St-Jean-sur-Richelieu	736, rue St-Jacques	450 346-9375
St-Lambert	197, rue Riverside	450 672-2727
St-Lazare	836, Cité des Jeunes	450 455-9721
St-Liguori-de-Montcalm	911, Montcalm	450 756-2478
St-Lin	1032, route 158	450 439-2204
St-Louis-de-Gonzague	31, avenue Dupont	450 377-9460
St-Mathieu de Laprairie	680, montée Monette	450 659-6237
St-Rémi	787, rue Notre-Dame	450 454-4220
St-Tite	480, boul. Royal	418 365-3221
Trois-Rivières	2035, rue Bellefeuille	819 374-9321
Trois-Rivières	5680, boul. Jean XXIII	819 375-3177
Trois-Rivières	7900, boul. des Forges	819 374-0198
Victoriaville	5, ave. Pie X	819 758-0671
Victoriaville	14, boul. Arthabaska	819 751-2552