

ANALYSE DE LA COMPENSATION DES PROJETS MUNICIPAUX
DE RÉDUCTION DES GAZ À EFFET DE SERRE

par

Charles-Olivier Fréreau

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, mai 2007

IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

ANALYSE DE LA COMPENSATION DES PROJETS MUNICIPAUX DE RÉDUCTION DES GAZ À EFFET DE SERRE

Charles-Olivier Fréreau

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

Université de Sherbrooke
mai 2007

Mots clés : gaz à effet de serre (GES), projet de réduction des émissions, compensation des réductions, mécanismes de compensation, municipalités, Bourse de Chicago.

L'objectif principal de cet essai est d'identifier les activités de réduction des gaz à effet de serre représentant les potentiels de réduction les plus intéressants pour les municipalités du Québec et dont la mise en œuvre peut être rentable. Pour ce faire, trois mécanismes de compensation des réductions des émissions sont décrits avant de procéder à l'analyse de quatre projets pouvant induire des réductions compensables de gaz à effet de serre. Des recommandations sont ensuite adressées aux municipalités désireuses de réduire efficacement leurs émissions de gaz à effet de serre.

SOMMAIRE

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre à l'atmosphère et l'amplification de l'effet de serre y étant associée sont des sujets de préoccupation gagnant en importance auprès des décideurs et de la population générale. À cet effet, un nombre grandissant de projets visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre seront mis en œuvre dans un avenir rapproché. La compensation des réductions de gaz à effet de serre engendrées par ces projets est possible par l'entremise de différents mécanismes. Les municipalités du Québec sont directement responsables d'un volume d'émissions provenant de sources diverses de gaz à effet de serre. C'est pourquoi les municipalités du Québec ont la possibilité de réaliser et de faire compenser des projets de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre. L'objectif principal de cet essai est d'identifier les activités de réduction des gaz à effet de serre représentant les potentiels de réduction les plus intéressants pour les municipalités du Québec et dont la mise en œuvre peut être économiquement rentable. Il sera toutefois nécessaire, dans un premier temps, de décrire les mécanismes pouvant être mis au profit des municipalités.

Cet essai présente et décrit donc trois mécanismes de compensation des efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre accessibles pour les municipalités du Québec. Les mécanismes choisis sont ceux qui étaient fonctionnels ou dont la mise en place était prévisible au début de la rédaction de ce travail. Ainsi, la stratégie canadienne de réduction des émissions de gaz à effet de serre, les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto et la Bourse de Chicago sont présentés et décrits dans le cadre de cet essai.

Quatre projets sont ensuite décrits et analysés en fonction de leur potentiel respectif à générer des réductions de gaz à effet de serre et des revenus provenant de la compensation de ces réductions. Les projets étudiés sont typiques des projets pouvant permettre aux municipalités de réduire leurs émissions en fonction des principales sources d'émission de juridiction municipale. Ainsi, les projets analysés sont les suivants : projet d'absorption du dioxyde de carbone par la croissance de la biomasse, projet de contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules, projet d'utilisation de l'énergie géothermique et projet de captage et destruction des biogaz émanant des sites d'enfouissement.

L'analyse de la capacité des projets à générer des réductions de gaz à effet de serre et les revenus associés a été facilitée par l'utilisation de feuilles de calculs électroniques permettant

de tenir compte de l'évolution de certaines variables. L'analyse de ces projets permet de constater que la compensation des réductions de gaz à effet de serre, dans trois cas sur quatre et dans l'état actuel des choses, peut représenter un réel risque financier pour les municipalités désireuses de faire compenser les réductions mises de l'avant. Les facteurs expliquant ce constat sont les suivantes : le potentiel brut de réduction des émissions de gaz à effet de serre des municipalités québécoises est relativement faible et le prix pouvant être obtenu pour les réductions accomplies est faible. La combinaison de ces deux facteurs rend difficile la compensation rentable des projets analysés.

Certains projets présentant d'importants potentiels de réduction des gaz à effet de serre peuvent toutefois être compensés de manière rentable. Les projets de captage et de destruction des biogaz sont de ceux-ci. Parmi les quatre projets étudiés, le seul démontrant une nette rentabilité est celui associé au captage et à la destruction des biogaz.

En ce qui concerne les recommandations dégagées par cet essai, les principales sont ici énumérées. Dans un premier temps, il est recommandé aux municipalités de privilégier la mise en œuvre de projets se rentabilisant par l'économie d'énergie résultant de leur mise en œuvre (mesures dites sans regret). En second lieu, il est recommandé aux municipalités de mettre en commun leurs potentiels de réduction des gaz à effet de serre afin d'en permettre une compensation rentable. Il est également recommandé aux municipalités de prioriser la réalisation des projets représentant un potentiel de compensation élevé tel que le captage et la destruction des biogaz. Quatrièmement, il est recommandé aux municipalités de considérer sérieusement et uniquement les projets capables de générer des réductions de 2 500 tonnes de dioxyde de carbone équivalent ou plus par an. Enfin, il est recommandé aux municipalités d'étudier la rentabilité de chaque projet de manière individuelle afin de diminuer le risque financier pouvant être associé à la réalisation de tels projets.

Cet essai a également mis en évidence la nécessité de l'imposition d'un cadre réglementaire strict afin de stimuler la réalisation de projets de réduction des gaz à effet de serre. Un cadre réglementaire forcera les émetteurs significatifs de GES à joindre le marché du carbone désigné et devrait stimuler la demande de crédits d'émission et, en conséquence, faire augmenter le prix de ceux-ci. Un prix unitaire plus élevé du crédit d'émission devrait permettre de rentabiliser un plus grand nombre de projets de réduction des gaz à effet de serre.

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier mon directeur, Monsieur Yves Hennekens, qui a accepté de me guider dans la réalisation de cet essai. Monsieur Hennekens a su me prodiguer de nombreux et sages conseils en plus de se montrer compréhensif et très professionnel tout au long de la réalisation de ce travail.

J'aimerais également remercier mes parents, Louise et Robert, ainsi que mes amis, en particulier Jonathan et Francis, qui se sont montrés intéressés à mon travail et qui ont su me motiver dans la réalisation de celui-ci.

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
1. MISE EN CONTEXTE.....	4
1.1 Impacts des GES sur les systèmes naturels et la vie humaine	4
1.2 Engagements de réduction de GES du Canada	6
1.3 Bilan des émissions canadiennes de GES	7
1.3.1 Type de GES émis.....	7
1.3.2 Provenance sectorielle des émissions.....	8
1.3.3 Provenance géographique des émissions	9
1.3.4 La situation québécoise	11
1.3.5 Conclusions sur le bilan canadien de GES.....	12
1.4 Leviers des municipalités et villes québécoises relativement à réduction des GES	12
2. PREMIER MÉCANISME : LES MÉCANISMES DE FLEXIBILITÉ DU PROTOCOLE DE KYOTO.....	16
2.1 Description générale des mécanismes.....	16
2.1.1 Le mécanisme de développement propre	17
2.1.2 Le mécanisme de mise en œuvre conjointe.....	19
2.1.3 L'échange des crédits internationaux	21
3. DEUXIEME MÉCANISME : LA STRATÉGIE CANADIENNE DE RÉDUCTION DES GES	23
3.1 Projet Vert	23
3.2 Le Fonds pour le climat.....	25
3.3 Les crédits compensatoires.....	25
3.3.1 Les critères d'admissibilité.....	26
3.3.2 Le processus d'obtention.....	28
4. TROISIEME MÉCANISME : LA BOURSE DU CLIMAT DE CHICAGO.....	31
4.1 Participation à la bourse	32
4.1.1 Attribution des droits d'émission	33
4.1.2 Échange et caractéristiques des droits d'émission	35
4.1.3 Émissions considérées.....	36
4.1.4 Programme optionnel de réduction de la consommation d'électricité.....	37
4.1.5 Réductions générées et envisagées.....	38
4.2 Les projets de réductions compensatoires	39
4.2.1 Types de projets considérés et autres restrictions	40
4.2.2 Attribution des droits d'émission	40
4.2.3 Réductions générées	42
4.3 État actuel du marché	42
5. PROJETS MUNICIPAUX DE RÉDUCTION DES GES	43
5.1 Projet #1 : Absorption de CO ₂ par la croissance de la biomasse – Peut s'appliquer à toutes les municipalités	45
5.1.1 Description du projet.....	45
5.1.2 Analyse et résultats.....	46
5.1.3 Hypothèses utilisées	48

5.2	Projet #2 : Contrôle télémétrique de la flotte de véhicules – Ville de Laval	48
5.2.1	Description du projet.....	48
5.2.2	Analyse et résultats.....	50
5.2.3	Hypothèses utilisées	52
5.3	Projet #3 : Utilisation de l'énergie géothermique – Peut s'appliquer à toutes les municipalités	54
5.3.1	Description du projet.....	54
5.3.2	Analyse.....	55
5.3.3	Hypothèses utilisées	58
5.4	Projet #4 : Captage et destruction des biogaz – Lieu d'enfouissement technique de St-Étienne-des-Grès	59
5.4.1	Description du projet.....	59
5.4.2	Analyse.....	60
5.4.3	Hypothèses utilisées et résultats obtenus	62
6.	OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS	64
6.1	Observation #1 : Nécessité d'un cadre réglementaire	64
6.2	Observation #2 : Rentabilisation difficile des projets	65
6.3	Recommandations	67
	CONCLUSION	71
	RÉFÉRENCES	73
	ANNEXE 1 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet d'absorption de CO2 par la croissance de la biomasse	77
	ANNEXE 2 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet de contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules	79
	ANNEXE 3 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet d'utilisation de l'énergie géothermique.....	83
	ANNEXE 4 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet de captage et destruction des biogaz	88
	ANNEXE 5 : Données générales utilisées dans analyse de potentiel de rentabilité des projets de réduction des émissions de GES.....	92

LISTE DES TABLEAUX

	page
Tableau 1.1 Émissions canadiennes de GES par type de gaz pour l'année 2003.....	8
Tableau 1.2 Émissions canadiennes de GES par secteur pour l'année 2003.....	9
Tableau 1.3 Évolution des émissions canadiennes de GES par secteur, 1990 à 2003.....	9
Tableau 1.4 Émissions canadiennes de GES par provinces et territoires, 1990 à 2003.....	10
Tableau 3.1 Résumé des réductions prévues au Projet vert.....	24
Tableau 4.1 Évolution des cibles de réduction des membres ayant joint CCX en 2003.....	32
Tableau 4.2 Évolution des cibles de réduction des membres ayant joint CCX en 2006.....	33
Tableau 4.3 Performance générale de CCX, 2003 à 2006.....	38
Tableau 4.4 Performance générale du programme optionnel de réduction de la consommation d'électricité, 2003 à 2006.....	39
Tableau 5.1 Analyse de rentabilité : Plantation d'arbres en milieu urbain.....	47
Tableau 5.2 Analyse de rentabilité : Contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules – Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010).....	50
Tableau 5.3 Analyse de rentabilité : Contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules – Compensation des réductions sur 1 an (2006).....	51
Tableau 5.4 Analyse de rentabilité : Utilisation de l'énergie géothermique – Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010).....	56
Tableau 5.5 Analyse de rentabilité : Utilisation de l'énergie géothermique – Compensation des réductions sur 1 an (2006).....	56
Tableau 5.6 Analyse de rentabilité : Captage et destruction des biogaz – Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010).....	61
Tableau 5.7 Analyse de rentabilité : Captage et destruction des biogaz – Compensation des réductions sur 1 an (2006).....	61

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

AC	Application conjointe
CCNUCC	Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CCX	<i>Chicago Climate Exchange</i> (Bourse du climat de Chicago)
CE	Conseil exécutif du mécanisme de développement propre
CEAC	<i>Certified Early Action Credits</i> (Crédits certifiés d'action anticipée)
CEO	<i>Certified Emission Offsets</i> (Réduction compensatoire certifiée)
CFI	<i>Carbone Financial Instrument</i> (Instrument financier du carbone)
CH ₂ O	Hydrates de carbone
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
EIA	Entités indépendantes d'accréditation
EIDE	Échange international des droits d'émissions
EO	Entité opérationnelle
GEF	Grands émetteurs finaux
GES	Gaz à effet de serre
GGEA	<i>Greenhouse Gases Emission Allowances</i> (Crédits d'émission de gaz à effet de serre)
HFCs	Hydrofluorocarbures
LET	Lieu d'enfouissement technique
MDP	Mécanisme de développement propre
N ₂ O	Oxyde nitreux
PFCs	Hydrocarbures perfluorés
RGMRM	Régie de gestion des matières résiduelles de la Mauricie
SF ₆	Hexafluorure de soufre
URCE	Unités de réduction certifiée des émissions
URE	Unités de réduction des émissions

INTRODUCTION

Les réponses aux problèmes environnementaux doivent être proportionnelles à l'ampleur et la portée spécifique à chacun de ceux-ci. En ce sens, certains problèmes environnementaux, tels que le smog photochimique urbain et la contamination des sols par des hydrocarbures pétroliers, ont des impacts locaux. D'autres problèmes, tels que les précipitations acides et les marées noires, induisent des impacts pouvant être ressentis sur des régions beaucoup plus étendues. Enfin, les problèmes environnementaux les plus sérieux affectent ou menacent d'affecter la planète dans sa totalité. Cette dernière catégorie fait référence aux changements climatiques et à la dégradation de la couche d'ozone. De la même manière que la décontamination d'un terrain nécessite une intervention spécifique et ponctuelle et qu'une solution crédible au problème des pluies acides requiert la collaboration de plusieurs intervenants de sphères différentes, la maîtrise des changements climatiques réclame une action globale.

Les systèmes de droits d'émission échangeables représentent un outil économique pouvant permettre, d'un point de vue macroéconomique, une maîtrise efficace des émissions de gaz à effet de serre et des changements climatiques y étant associés. Ce type d'outil permet en effet de limiter les émissions d'une substance particulière, par exemple les gaz à effet de serre, à l'intérieur d'un groupe donné d'organisations participantes, et ce, au coût total le plus bas. Un système de droits d'émission échangeables est utilisé avec succès aux États-Unis depuis les années 1990 afin de maîtriser les émissions de soufre, substance associée à la problématique de l'acidification des précipitations. De 1980 à 2001, les émissions de soufre régies par ce système américain ont diminué approximativement de 40 %, démontrant ainsi l'efficacité de ce type de système. Les négociations internationales relatives aux changements climatiques menées depuis le second Sommet de la Terre tenu à Rio de Janeiro, au Brésil, en 1992 ont résulté en l'identification de ces systèmes comme outil économique à privilégier afin de maîtriser, tant mondialement que nationalement, la croissance des émissions de gaz à effet de serre.

Les municipalités du Québec étant des organisations engendrant des émissions de gaz à effet de serre, celles-ci pourront éventuellement profiter des opportunités offertes par ce type d'instrument économique en mettant en œuvre des activités de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre. Cet essai s'insère donc dans le cadre de l'utilisation, par les municipalités

du Québec, des systèmes de droits d'émission échangeables comme levier à la réalisation d'activité leur permettant de diminuer leurs émissions. À cet effet, les activités municipales engendrant des émissions de gaz à effet de serre et susceptibles d'être l'objet d'efforts de réduction sont principalement les suivantes : l'utilisation de véhicules lourds et légers, l'utilisation de combustibles fossiles pour fins de chauffage et l'exploitation de sites d'enfouissement.

L'objectif principal poursuivi par la réalisation de cet essai est d'identifier les activités de réduction des gaz à effet de serre représentant les potentiels de réduction les plus intéressants pour les municipalités du Québec et dont la mise en œuvre peut économiquement être rentable. Pour ce faire, il est nécessaire de prendre connaissance des différents systèmes de compensation des réductions des gaz à effet de serre accessibles pour les municipalités du Québec et d'en décrire les principales caractéristiques. Il est également nécessaire de prendre connaissance et de présenter le portrait général des émissions de gaz à effet de serre au Canada ainsi qu'au Québec afin de pouvoir en relever les tendances générales et les potentiels généraux de réduction.

Cet essai se divisera, sans tenir compte de ce chapitre d'introduction et de celui de conclusion, en six chapitres distincts qui tenteront de présenter, de manière structurée, l'information nécessaire afin de permettre l'atteinte des objectifs mentionnés au paragraphe précédent. Le premier chapitre, la mise en contexte, dressera brièvement les impacts que peuvent avoir les gaz à effet de serre sur les systèmes naturels et la vie humaine avant de présenter les engagements de réduction des gaz à effet de serre pris par le gouvernement fédéral canadien. Ce premier chapitre décrira également la nature des émissions canadiennes de gaz à effet de serre du point de vue sectoriel et géographique et présentera les différents leviers dont disposent les municipalités afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le chapitre suivant s'attardera à décrire un premier mécanisme de compensation des réductions des émissions des gaz à effet de serre : les mécanismes de flexibilité prévus au Protocole de Kyoto. Ces mécanismes qui seront brièvement présentés sont les suivants : le mécanisme de développement propre, le mécanisme de mise en œuvre conjointe et l'échange des crédits internationaux. Le troisième chapitre de ce travail présentera le second mécanisme de compensation : la stratégie canadienne de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les principaux éléments de ce mécanisme seront présentés, notamment le Projet vert, le

Fonds pour le climat et les crédits compensatoires et leur mode d'obtention envisagé. Le chapitre subséquent présentera le troisième et dernier mécanisme de compensation considéré par cet essai : la Bourse du Climat de Chicago. Les deux modes distincts de participation à la bourse seront abordés et décrits, c'est-à-dire la participation à titre de membre à part entière ainsi que la participation via la réalisation de projets de réductions compensatoires des émissions de gaz à effet de serre. Le mode d'attribution des droits d'émission, leurs principales caractéristiques ainsi que les réductions jusqu'à présent engendrées seront par la suite abordés.

Le cinquième chapitre portera quant à lui sur la description et l'analyse de quatre projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre pouvant être mis en œuvre par les municipalités du Québec. Les projets qui seront présentés et dont la rentabilité sera analysée sont les suivants : l'absorption de dioxyde de carbone par la croissance de la biomasse, le contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules, l'utilisation de l'énergie géothermique et le captage et la destruction des biogaz émanant des sites d'enfouissement. Enfin, le sixième et dernier chapitre de cet essai tâchera de dégager des observations relativement au fonctionnement général des mécanismes présentés et de formuler des recommandations quant à la réalisation de projets compensatoires dans le contexte municipal québécois.

1. MISE EN CONTEXTE

Le plus récent rapport du Groupe de travail I du GIEC fait état d'un réchauffement de la température moyenne globale de $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ depuis 1871 (GIEC, 2001). Ce même rapport avance d'ailleurs qu'il est très probable que la décennie 1990-1999 aura été la plus chaude recensée, toujours depuis 1871. Quant à la cause de ce réchauffement, les 122 auteurs principaux du rapport, les 515 auteurs-collaborateurs, les 21 éditeurs-réviseurs et les 420 examinateurs du rapport en viennent à la conclusion que « *l'essentiel du réchauffement observé ces 50 dernières années est probablement dû à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre (GES)* ». À titre d'exemple, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère a augmenté de 31 % de 1750 à 1999, passant de 280 ppm à 367 ppm. Selon le *Carbon Dioxide Information Analysis Center* du *United States Department of Energy* (2005), cette concentration a atteint, à l'observatoire de Mauna Loa situé à Hawaii, un sommet de 380 ppm aux mois d'avril et mai 2004.

Ce chapitre résumera les impacts qu'ont les GES sur les systèmes naturels et la vie humaine avant de brièvement décrire les engagements auxquels a souscrit le gouvernement du Canada en ratifiant le Protocole de Kyoto. Le bilan des émissions canadiennes de GES sera présenté avant décrire les compétences des municipalités québécoises en matière de réduction des GES. Ce chapitre a donc comme objectif de permettre au lecteur de mieux comprendre le cadre général dans lequel ce travail s'inscrit.

1.1 Impacts des GES sur les systèmes naturels et la vie humaine

Le dernier rapport du Groupe de travail II du GIEC fait état des nombreuses conséquences que pourraient avoir les changements climatiques sur les systèmes naturels et la vie humaine. Les conclusions de ce dernier rapport ont été reprises dans un document préparé par le Service de Météorologie du Canada. Cette section ne se veut pas un relevé exhaustif de toutes les conséquences que peuvent avoir les changements climatiques. Les principales menaces qui pèsent sur les systèmes naturels et humains résultants des changements climatiques seront toutefois mises en évidence dans cette portion du travail.

Les changements climatiques accentueront encore davantage le risque d'extinction de plusieurs espèces déjà menacées. La modification des écosystèmes abritant ces espèces

menacées en est la cause. Les écosystèmes localisés à des latitudes élevées devraient être particulièrement touchés puisque le réchauffement climatique devrait être plus accentué à cet endroit. À titre d'exemple, au Canada, les écosystèmes nordiques abritant des ours blancs, des pingouins et certains poissons d'eau froide devraient être particulièrement affectés par les changements climatiques, menaçant du coup les espèces y vivant (SMC, 2005). Une récente étude a mis en évidence que l'extinction de certaines espèces engendrée par les changements climatiques est un phénomène bien réel. Selon des chercheurs nord-américains et latino-américains, l'augmentation des températures nocturnes aurait favorisé la prolifération d'un champignon pathogène (*Batrachochytrium dendrobatidis*) décimant les populations d'un type de grenouilles (*Atelopus*) présentes en Amérique latine. Toujours selon cette étude, 67 % des 110 espèces connues de ce type de grenouille auraient disparu depuis les 20 dernières années (Pounds *et al.*, 2006). Les changements climatiques pourraient également avoir un impact significatif sur la flore canadienne. L'adoucissement des hivers jumelé à des étés plus chauds et secs en Colombie-Britannique a contribué à favoriser la prolifération d'un coléoptère, le *dendroctone du pin ponderosa*, porteur d'un champignon qui cause la mort des pins. En 2005, l'infestation du coléoptère s'est étendue sur huit millions d'hectares. Somme toute, ce sont 600 millions de mètres cubes de bois qui pourraient être perdus, soit l'équivalent de 8,5 fois la possibilité annuelle de coupe de la province (Cardinal, 2006).

En ce qui regarde l'impact que pourraient avoir les changements climatiques sur la vie humaine, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur pourrait augmenter la mortalité et la morbidité, plus particulièrement chez les personnes âgées et les gens vivant en milieu urbain défavorisé. Il est aussi attendu que les phénomènes atmosphériques extrêmes tels que les tempêtes violentes, les inondations et les ouragans augmenteront tant en fréquence qu'en intensité. En plus d'avoir une incidence directe sur la vie humaine, ces phénomènes peuvent aussi avoir un effet indirect sur la santé. Les camps de réfugiés où sont parfois hébergées temporairement les victimes de ces phénomènes peuvent également affecter la santé des gens en raison de l'hygiène personnelle de base des occupants et des services sanitaires laissant à désirer qui peut faciliter la transmission de maladies infectieuses entre les occupants (Last et Chiotti, 2001). Certaines maladies à transmission vectorielle telles que le paludisme et la dengue pourraient s'étendre à des régions dans lesquelles elles ne sont pas encore présentes. Ces deux dernières maladies pourraient même apparaître au Canada (SMC, 2005). Un autre impact significatif se situe au niveau des ressources en eau. La qualité de l'eau pourrait diminuer alors que sa rareté augmenterait,

principalement dans des régions déjà touchées par un manque d'eau. Parce que les débits et la recharge des eaux souterraines seront réduits, les pays en manque d'eau qui comptent actuellement 1,7 milliard d'habitants pourraient en compter 5 milliards d'ici 2025 (SMC, 2005). Le dernier impact sur la vie humaine qui sera ici relevée concerne la hausse du niveau marin planétaire. Selon les estimations du GIEC, ce niveau devrait augmenter de dix à 90 cm d'ici 2100. Cette élévation du niveau des eaux ne sera pas sans conséquence puisque des dizaines de millions de personnes vivant à des endroits situés à proximité des mers et des océans tels que les côtes, les deltas et les îles pourraient devoir changer de domicile et, dans certains cas, de pays (SMC, 2005).

1.2 Engagements de réduction de GES du Canada

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) a été adoptée à New York le 9 mai 1992, ratifiée par le Canada le 4 décembre de la même année et est entrée en vigueur, tant à l'international qu'au Canada, le 21 mars 1994 (Environnement Canada, 2004). L'objectif de cette convention est de stabiliser la concentration de GES dans l'atmosphère à un niveau qui préviendrait d'importantes perturbations climatiques, et ce, dans un laps de temps permettant aux écosystèmes de s'adapter naturellement aux changements climatiques tout en s'assurant que la sécurité alimentaire mondiale n'est pas menacée et que l'économie puisse se développer de manière durable (Gouvernement du Canada, 2001). La CCNUCC constitue la base de tous les engagements du gouvernement du Canada en matière de changements climatiques.

Depuis la ratification du Protocole de Kyoto par le Canada le 16 février 2005, le gouvernement canadien s'est contraint à atteindre les objectifs de réduction établis dans le cadre de ce protocole. Le gouvernement doit donc faire en sorte de réduire de 6 % les émissions canadiennes des six GES visés par le Protocole par rapport au niveau de référence de 1990. Les émissions canadiennes de GES lors de cette dernière année furent de l'ordre de 596 Mt, ce qui signifie que les émissions annuelles moyennes, lors de la période 2008-2012, ne devraient pas dépasser 560 Mt (Gouvernement du Canada, 2005). En considérant que les émissions canadiennes ont atteint 740 Mt au courant de l'année 2003, le gouvernement doit faire en sorte de réduire de 180 Mt les émissions de GES pour être en mesure d'atteindre la cible de 560 Mt (Environnement Canada, 2005a). Cette réduction de 180 Mt représente, par rapport au niveau de 2003, une réduction effective des émissions de 24,3 %.

Le Protocole a comme objectif de stabiliser les émissions anthropiques de GES de manière à empêcher toute perturbation climatique dangereuse. Ainsi, les pays industrialisés signataires du Protocole se sont engagés à globalement réduire de 5,2 % leurs émissions de GES par rapport à leurs niveaux de 1990. L'effort de réduction varie d'un pays à l'autre compte tenu de sa capacité propre à réduire ses émissions de GES. À titre d'exemple, pendant que l'Union Européenne doit réduire ses émissions de 8 % et le Japon de 6 %, la Norvège et l'Islande sont respectivement autorisées à augmenter leurs émissions de 1 % et 10 %. Le respect des cibles nationales de réduction des émissions devrait toutefois permettre une diminution totale de 5,2 %. Les six GES visés par le Protocole sont les suivants : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFCs), les hydrocarbures perfluorés (PFCs), ainsi que l'hexafluorure de soufre (SF₆).

1.3 Bilan des émissions canadiennes de GES

Les articles 4 et 12 de la CCNUCC imposent aux pays signataires de produire annuellement un inventaire national de leurs émissions et de leurs absorptions de GES. C'est pour répondre à cette obligation qu'a été publié l'*Inventaire canadien des GES : 1990-2003* en avril 2005. La consultation de ce rapport permet de connaître la nature des émissions canadiennes de GES. L'étude des données fournies dans ce rapport permet également de dégager certaines tendances relativement à ces émissions.

1.3.1 Type de GES émis

La nature des émissions de GES peut être étudiée tant en termes de provenance sectorielle, de provenance géographique que de types de GES émis. Cette section décrit la nature des émissions canadiennes de GES en fonction de ces trois approches.

Dans un premier temps, il est intéressant de constater que la grande majorité des émissions est constituée de CO₂. En fait, comme illustré au tableau 1.1, les émissions canadiennes sont composées à presque 80 % de CO₂. Le deuxième GES en importance est le CH₄ qui compte pour sa part pour près de 13 % du total, suit ensuite le N₂O avec un peu moins de 7 %. Les émissions de CO₂ proviennent essentiellement de la combustion de combustibles fossiles, tant au niveau des transports (179 Mt) que la production d'électricité (133 Mt) et de l'industrie des combustibles fossiles (69 Mt). Le CH₄ provient pour sa part en grande partie de trois

activités : les sources fugitives de l'exploitation pétrolière et gazière (38 Mt), la formation de biogaz dans les lieux d'enfouissement (24 Mt) et la fermentation entérique animale (22 Mt). Les émissions de N₂O sont quant à elles grandement attribuables au secteur de l'agriculture (36 Mt), plus spécifiquement aux activités reliées à la gestion du fumier ainsi qu'à l'épandage d'engrais synthétiques.

Tableau 1.1 Émissions canadiennes de GES par type de gaz pour l'année 2003

Type de GES	Émissions (Mt eq. CO ₂)	Contribution relative du gaz aux émissions totales
Dioxyde de carbone (CO ₂)	586,0	79,2 %
Méthane (CH ₄)	94,0	12,7 %
Oxyde nitreux (N ₂ O)	50,0	6,8 %
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	4,1	0,6 %
Hydrofluorocarbures (HFCs)	3,1	0,4 %
Hydrocarbures perfluorés (PFCs)	2,8	0,4 %
Total	740,0	100,0 %

Adapté d'Environnement Canada (2005a)

1.3.2 Provenance sectorielle des émissions

La nature des émissions canadiennes peut également être analysée en fonction de la provenance sectorielle des émissions. En ce sens, la lecture du tableau 1.2 met en évidence la contribution prépondérante de certains secteurs à l'intérieur du bilan 2003. En effet, le secteur des industries électriques et pétrolières jumelé à celui des transports a été responsable, en 2003, de plus de 61 % des émissions de GES au Canada. Les émissions provenant des industries électriques et pétrolières proviennent en partie du fait que 27 % de toute l'électricité (136 Mt) produite au Canada est faite à partir de sources émettrices de GES. Il est intéressant de souligner, qu'alors que la production d'électricité a augmenté de 21 % entre 1990 et 2003, les émissions reliées à cette activité ont cru de 40 %. Cet écart est explicable par l'utilisation de plus en plus importante de sources émettrices de GES afin de produire l'électricité. Parmi les sources émettrices de GES couramment utilisées afin de produire de l'électricité, notons les suivantes : le gaz naturel, le charbon et le mazout. Les émissions reliées à la production de pétrole (139 Mt) sont quant à elles principalement le résultat des activités d'extraction et de transport en amont (111 Mt). La balance des émissions de ce secteur est attachée aux activités de raffinage et de distribution en aval (28 Mt). Du côté des transports, les émissions provenant de l'utilisation de trois types de véhicules sont responsables de presque 74 % des émissions de ce secteur. Les types de véhicules en cause sont les suivants : automobiles à essence (49 Mt), camions légers à essence (42 Mt) et véhicules lourds à moteur diesel (42 Mt).

Tableau 1.2 Émissions canadiennes de GES par secteur pour l'année 2003

Secteurs	Émissions de GES (Mt équivalent CO ₂)	Contribution relative du secteur aux émissions totales
Industries électriques et pétrolières	275	37,2 %
Transports	180	24,3 %
Industries minières et manufacturières	114	15,4 %
Résidentiel, commercial et institutionnel	84	11,4 %
Agriculture	62	8,4 %
Déchets	25	3,4 %
Total	740	100,0 %

Adapté d'Environnement Canada (2005a)

En ce qui regarde les tendances, l'étude du tableau 1.3 permet de conclure que certains secteurs ont été marqués par des augmentations absolues et relatives considérables pendant la période s'échelonnant de 1990 à 2003. L'augmentation des émissions relevée dans les secteurs des industries électriques et pétrolières ainsi que dans les transports se chiffre à 120 Mt équivalent CO₂, soit 83 % de l'augmentation totale observée au Canada pendant la période étudiée. Exception faite du secteur des industries minières et manufacturières dont les émissions ont diminué de 3 Mt, les émissions des autres secteurs ont toutes grimpé de manière relativement homogène, variant de 19 % à 25 % au cours de la période.

Tableau 1.3 Évolution des émissions canadiennes de GES par secteur, 1990 à 2003

Secteurs	1990 (Mt eq. CO ₂)	2003 (Mt eq. CO ₂)	Variation absolue 1990-2003 (Mt eq. CO ₂)	Variation relative 1990-2003
Industries électriques et pétrolières	195	275	80	41,0 %
Transports	140	180	40	28,6 %
Industries minières et manufacturières	117	114	-3	-2,6 %
Résidentiel, commercial et institutionnel	70	84	14	20,0 %
Agriculture	52	62	10	19,2 %
Déchets	20	25	5	25,0 %
Total	596	740	144	24,2 %

Adapté d'Environnement Canada (2005a)

1.3.3 Provenance géographique des émissions

Toujours concernant la nature des émissions, il est possible d'analyser la situation en fonction de leur provenance géographique. La lecture du tableau 1.4 permet de mettre en évidence la contribution inégale des différentes provinces et territoires aux 740 Mt équivalent CO₂ de GES émis au Canada en 2003. En effet, à elles seules, l'Alberta et l'Ontario, les deux

provinces générant le plus de GES, émettent 58 % de toutes les émissions au pays. La prise en compte de la population des différentes provinces permet de calculer les émissions moyennes par habitant et de mettre encore davantage en évidence la contribution inégale de certaines provinces au bilan canadien. Ainsi, bien que seulement 18 Mt équivalent CO₂ séparent l'Alberta de l'Ontario, l'Alberta émet, par habitant, plus de quatre fois plus de GES que l'Ontario. La situation est similaire dans le cas de la Saskatchewan et de la Colombie-Britannique, deux provinces ayant des émissions totales très similaires. La Saskatchewan présente toutefois des émissions par habitant plus de quatre fois supérieures à celles de la Colombie-Britannique. Les plus faibles émissions totales sont relevées à l'Île du Prince-Édouard (2,1 Mt), au Territoire du Nord-Ouest et Nunavut (1,8 Mt) ainsi qu'au Yukon (0,5 Mt). Toutefois, du côté des émissions moyennes par habitant c'est le Québec (12,2 kt par habitant) qui présente les plus faibles émissions, suivent le Yukon (15,1 kt par habitant), l'Île du Prince-Édouard (15,2 kt par habitant) et la Colombie-Britannique (15,3 kt par habitant).

Tableau 1.4 Émissions canadiennes de GES par provinces et territoires, 1990 à 2003

Provinces et Territoires	Émissions 1990 (Mt eq. CO ₂)	Émissions 2003 (Mt eq. CO ₂)	Émissions par habitant (kt eq. CO ₂)	Variation absolue 1990-2003 (Mt eq. CO ₂)	Variation relative 1990-2003
Alberta	168,0	224,0	71,2	56,8	33,3 %
Saskatchewan	45,0	65,2	65,5	20,2	44,9 %
Nouveau-Brunswick	15,8	21,0	28,0	5,2	32,9 %
Territoire du Nord-Ouest et Nunavut	1,5	1,8	24,6	0,2	15,0 %
Nouvelle-Écosse	19,2	21,2	22,6	2,0	10,4 %
Terre-Neuve Labrador	9,3	10,9	20,9	1,5	16,7 %
Manitoba	19,1	21,3	18,4	2,3	11,5 %
Ontario	178,0	206,0	16,8	27,8	15,7 %
Colombie-Britannique	51,3	63,4	15,3	12,1	23,6 %
Île du Prince-Édouard	1,9	2,1	15,2	0,2	8,3 %
Yukon	0,5	0,5	15,1	-0,1	-8,6 %
Québec	84,3	91,5	12,2	7,3	8,5 %
Canada	596,0⁽¹⁾	740,0⁽¹⁾	23,1	144,0⁽¹⁾	24,2 %

Adapté d'Environnement Canada (2005a)

(1) La somme des émissions provinciales et territoriales n'équivaut pas aux totaux pour des raisons d'arrondissement et de confidentialité de certaines données provinciales.

Au niveau des tendances, la progression des émissions ne s'est pas faite au même rythme partout au pays. Certaines provinces ont vu leur bilan s'alourdir de manière considérable alors que d'autres ont connu des croissances beaucoup plus modestes. Au chapitre des augmentations, les plus fortes variations se sont produites, entre 1990 et 2003, en Saskatchewan (44,9 %), en Alberta (33,3 %), au Nouveau-Brunswick (32,9 %) et en

Colombie-Britannique (23,6 %). Sur l'ensemble du territoire national, les émissions ont augmenté de 24,2 %. En termes absolus, l'Alberta a augmenté ses émissions de 56,8 Mt équivalent CO₂, soit plus de 39 % de l'augmentation observée à l'échelle fédérale. L'Ontario a quant à elle vu ses émissions grimper de 27,8 Mt équivalent CO₂ expliquant ainsi un peu plus de 19 % de l'augmentation fédérale. Dans le même ordre d'idées, la Saskatchewan est responsable de 14 % de l'augmentation nationale, correspondant à 20,2 Mt équivalent CO₂. À elles seules, ces trois provinces ont contribué à plus de 72 % de l'accroissement de 144 Mt relevé au Canada entre 1990 et 2003.

1.3.4 La situation québécoise

La composition des émissions québécoises, du point de vue sectoriel, est différente de celle du reste du Canada. La faible importance de l'industrie pétrolière et gazière au Québec ainsi que la prépondérance de l'énergie hydroélectrique dans l'offre énergétique de la province expliquent cette différence. Conséquemment, les transports sont responsables de 38 % des émissions de GES de la Belle Province comparativement à un peu plus de 24 % dans l'ensemble du Canada. Cette forte contribution du secteur des transports en fait le secteur relâchant le plus d'émissions dans la province et, par le fait même, le secteur présentant le grand potentiel de réduction. Les autres secteurs contribuant, par ordre d'importance, au bilan québécois sont les suivants : industries minières et manufacturières (environ 24 %), résidentiel, commercial et institutionnel (environ 16 %), agriculture (environ 8 %), déchets (environ 7 %), industries électriques et pétrolières (environ 7 %).

Le Québec fait très bonne figure tant au niveau des émissions par habitant que relativement à la progression à long terme des émissions. Le Québec occupe en effet le dernier rang au niveau fédéral avec des émissions moyennes de 12,2 kt par habitant, soit près de six fois moins qu'en Alberta. Les émissions québécoises sont demeurées relativement stables entre 1990 et 2003, n'augmentant que de 8,5 % sur cette période de 13 ans, soit une augmentation annuelle moyenne de 0,65 %. Cette augmentation de 7,2 Mt n'est responsable que de 5 % de l'augmentation totale de 144 Mt relevée au niveau de la fédération. Toutefois, en s'attardant à la progression à court terme des émissions, il est possible de constater que la majeure partie de ces 7,2 Mt d'augmentation s'est produite entre 2002 et 2003. En effet, les émissions ayant augmenté de 2002 à 2003 de 6 Mt, c'est 83 % de toute l'augmentation survenue sur la période de 13 ans qui s'est concrétisée au cours de cette seule dernière année. Les activités suivantes

ont fortement contribué à ce récent accroissement des émissions : commercial et institutionnel, production d'électricité et de chaleur ainsi que véhicules tout terrain.

1.3.5 Conclusions sur le bilan canadien de GES

Les émissions canadiennes de GES ont augmenté considérablement au cours de la période débutant en 1990 et se terminant en 2003. Suite à l'analyse de la nature de ces émissions, il est possible d'identifier certains facteurs ayant contribué de manière importante à cette augmentation. Dans un premier temps, l'intensification de l'exploitation pétrolière et gazière dans l'Ouest canadien, plus particulièrement en Alberta et en Saskatchewan, explique en grande partie les fortes hausses soulevées dans ces provinces. L'augmentation de la demande en énergie qui s'est produite partout au pays est un autre facteur expliquant la hausse de 144 Mt. La plus grande utilisation des moyens de production énergétique à base de combustibles fossiles a fortement contribué à alourdir les bilans provinciaux de l'Alberta, de l'Ontario, de la Saskatchewan et de la Nouvelle-Écosse. Les transports sont responsables de 40 des 144 Mt de l'augmentation survenue au pays. La popularité croissante des véhicules utilitaires sport partout au Canada pourrait être un des facteurs expliquant cette hausse dans ce secteur.

1.4 Leviers des municipalités et villes québécoises relativement à réduction des GES

La loi constitutionnelle de 1867 prévoit que l'organisation des municipalités est de juridiction provinciale. La création des municipalités québécoises ainsi que l'attribution de leurs compétences et responsabilités relèvent donc de l'Assemblée nationale du Québec (QuébecPolitique.com, 2004).

Jusqu'à tout récemment, le régime municipal québécois, c'est-à-dire le cadre législatif organisant l'administration des municipalités, reposait sur six lois. Parmi ces six lois, deux pouvaient être identifiées comme étant plus importantes que les autres. Il s'agissait du Code municipal du Québec, datant de 1916, et de la Loi sur les cités et villes de 1964. Ces deux lois établissaient les pouvoirs qui étaient délégués aux municipalités et villes par l'Assemblée nationale (Gouvernement du Québec, 2006). Une réforme législative du milieu municipal québécois a toutefois entraîné l'adoption de la Loi sur les compétences municipales et l'abrogation de nombreux articles aux deux lois préalablement citées. L'entrée en vigueur, en 2005, de la Loi sur les compétences municipales vient en quelque sorte compléter le Code

municipal ainsi que la Loi sur les cités et villes dans l'attribution des pouvoirs aux municipalités par le gouvernement provincial (Poulin, 2006). Ces pouvoirs permettent aux municipalités d'intervenir dans divers champs de compétences. Ces champs de compétences sont les suivants : les finances, l'administration générale, l'environnement, la salubrité publique, la santé et le bien-être, les loisirs et la culture, l'organisation territoriale, la protection des biens et des personnes, le transport, la voirie, l'urbanisme et la mise en valeur du territoire, le développement économique local, les nuisances, la production d'énergie et les télécommunications locales (Gouvernement du Québec, 2006 et Loi sur les compétences municipales).

Compte tenu des champs de compétences dans lesquels les municipalités ont l'autorité d'intervenir, il est possible d'identifier sur quelles activités générant des GES les municipalités peuvent avoir une influence. À cet effet, bien que les municipalités du Québec ne disposent pas de compétences directes en matière de réduction des GES, ces dernières émettent néanmoins des GES via des activités relevant de certaines de leurs compétences. En ce sens, les municipalités et villes du Québec disposent de plusieurs leviers leur permettant de contribuer à la lutte aux changements climatiques.

Les compétences de transport, de voirie, d'urbanisme et d'organisation du territoire permettent aux municipalités d'aménager leurs infrastructures de transports. L'aménagement des infrastructures de transport fait référence aux réseaux de transports collectifs, aux pistes cyclables, aux modalités de stationnement des véhicules dans les rues, à l'établissement des voies prioritaires de circulation pour certains véhicules ainsi qu'à la limitation de l'accès des automobiles à certaines parties des villes, soit par péage ou par la création de rues piétonnières. Ces activités, parce qu'elles sont reliées à l'utilisation de l'automobile, peuvent toutes avoir un impact sur la quantité de GES émis.

Strictement en regard aux compétences d'organisation territoriale et d'urbanisme, les municipalités peuvent également limiter l'émission de GES en adoptant des principes de gestion de l'urbanisation cohérents avec ceux du développement durable et contraires à ceux découlant du modèle de l'étalement urbain. En ce sens, les municipalités peuvent favoriser un développement de leur territoire répondant à ces critères : densité d'occupation du sol élevé, fonctions urbaines (résidentielles, commerciales, institutionnelles, etc.) diversifiées et intégrées les unes aux autres, développement urbain dans des bâtiments rénovés ou dans des

constructions qui consolident des zones déjà urbanisées (Gouvernement du Québec, 2004). Relativement aux mêmes compétences, l'action des municipalités peut aussi contribuer à la séquestration du CO₂ par l'entremise de programmes de reboisement des espaces vacants et de protection des espaces déjà boisés. Dans le même ordre d'idées, les villes de Laval et Mirabel sont considérées en vertu de l'article 264 de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme comme étant des municipalités régionales de comté et peuvent, grâce à l'article 79.1, régir ou restreindre la plantation ou l'abattage des arbres sur leur territoire. Cette même loi permet également, via l'article 118, aux municipalités qui le désirent d'adopter un règlement sur la construction. Ce règlement peut prescrire la nature des matériaux à employer ainsi qu'établir des normes d'isolation aux entrepreneurs en construction. Dans le cas de bâtiments chauffés au mazout ou au gaz, une isolation accrue jumelée à la présence de fenêtres à haut potentiel énergétique peut réduire la quantité de mazout consommé pour le chauffage de ces bâtiments.

Quant à l'administration générale, les municipalités sont toutes des gestionnaires de bâtiments, d'infrastructures et de parcs de véhicules plus ou moins importants consommant de l'essence et potentiellement du gaz naturel et du mazout. En ce sens, les conseils municipaux, via les processus d'adjudication des contrats, ont la capacité d'inclure des critères environnementaux tant dans l'évaluation des offres de service que les exigences techniques des biens qui seront acquis par leur municipalité. Ces critères peuvent avoir un effet sur la réduction des GES. Par exemple, certains critères peuvent favoriser l'achat de véhicules économes en carburant alors que d'autres peuvent forcer la construction de bâtiments mieux isolés et nécessitant moins de chauffage.

En ce qui regarde la salubrité publique, les municipalités ont le contrôle sur la gestion et la collecte des matières résiduelles. Dans plusieurs cas, des municipalités ou des régies intermunicipales sont propriétaire des lieux d'enfouissement sanitaire et des centres de tri où sont traitées les matières résiduelles de leurs citoyens. Dans ce cas, les municipalités ont la possibilité de réaliser les investissements nécessaires afin doter ces lieux d'enfouissement de l'équipement permettant le captage et la valorisation des biogaz, évitant du coup le relâchement de CH₄ à l'atmosphère.

La production d'énergie est une nouvelle compétence découlant de l'adoption de la Loi sur les compétences municipales. La production d'énergie dite propre, c'est-à-dire n'émettant pas de

GES, contribue à la réduction des GES dans le cas où que l'énergie ainsi générée permette de ne pas consommer de l'énergie produite via mode de production émettant des GES.

Les communautés urbaines de Montréal et de Québec profitent de statuts particuliers concernant l'attribution de leurs compétences respectives. Leurs compétences leur sont décernées via des lois distinctes : la Loi sur la Communauté urbaine de Montréal et la Loi sur la Communauté urbaine de Québec. En ce sens, la CUM possède la compétence sur l'assainissement de l'atmosphère. Cette compétence permet à la CUM de régir et de prohiber l'émission d'une substance considérée comme polluante. Au sens du règlement, une substance est considérée polluante si elle « *est susceptible diminuer la qualité de l'atmosphère* » (Loi sur la Communauté urbaine de Montréal, articles 133 et 136). Les GES pourraient être considérés de la sorte et ainsi être gérés par ces dispositions. La Loi sur la Communauté urbaine de Québec ne prévoit aucune disposition attribuant des compétences particulières relativement à la réduction des GES.

De manière générale, les municipalités et villes du Québec ont donc, relativement à activités spécifiques, l'autorité nécessaire afin de contribuer à l'effort global de réduction des GES. La contribution des municipalités à cet effort de réduction ne se fera toutefois pas ressentir avant que les élus municipaux aient dans un premier temps intégré à leurs paramètres décisionnels prioritaires la réduction des GES.

Les chapitres suivants présentent les différents mécanismes permettant aux municipalités et villes du Québec de voir reconnaître et de faire monnayer leurs efforts de réduction de GES. La stratégie canadienne de réduction des GES, la bourse du climat de Chicago ainsi que les mécanismes de flexibilité prévus au Protocole de Kyoto seront donc décrits et expliqués dans les chapitres suivants.

2. PREMIER MÉCANISME : LES MÉCANISMES DE FLEXIBILITÉ DU PROTOCOLE DE KYOTO

Afin de faciliter l'atteinte de leur objectif de réduction, les pays de l'annexe B du Protocole de Kyoto, dont le Canada fait partie, peuvent réduire leurs émissions de GES via trois mécanismes dits de flexibilité. Ces mécanismes sont les suivants : le mécanisme de développement propre (MDP), le mécanisme d'application conjointe (AC) et l'échange international des droits d'émissions (EIDE). Ces mécanismes sont dits de flexibilité car ils permettent aux pays de l'annexe B de réduire leurs émissions à l'extérieur de leur pays, là où le coût de réduction des GES peut s'avérer moindre que dans leur propre pays, tout en se voyant attribuer des droits d'émissions qu'ils pourront ensuite créditer à leur bilan national.

Contrairement à d'autres problèmes environnementaux considérés comme étant régionaux ou locaux, les changements climatiques sont une problématique d'envergure globale et, par le fait même, nécessitent une approche globale afin d'être résolus ou d'en voir leur impact réduit et contrôlé. En ce sens, la réduction d'une tonne de GES, peu importe l'endroit où est effectuée cette réduction, aura, tout compte fait, le même impact sur le bilan global des émissions de GES. Les mécanismes de flexibilité prévus au Protocole de Kyoto permettent donc aux parties prenantes de contribuer à l'effort global de lutte aux changements climatiques, et ce, au coût marginal de réduction des GES le plus bas possible.

Ce chapitre présentera donc brièvement les trois mécanismes en question en s'assurant d'aborder les conditions et règles d'admissibilité des mécanismes.

2.1 Description générale des mécanismes

L'objectif du MDP est de contribuer au développement durable des pays en voie de développement par l'entremise de la réalisation de projets de réduction des émissions des GES tout en favorisant l'atteinte des objectifs de réduction des pays industrialisés signataires du Protocole de Kyoto. En ce sens, les pays industrialisés signataires du Protocole de Kyoto, également connus sous le nom de pays de l'annexe B, peuvent bénéficier de réductions d'émissions de GES issues de projets réalisés dans des pays en voie de développement. Les entités du secteur public et du secteur privé peuvent réaliser ou investir dans des projets de la sorte afin d'obtenir des unités de réduction certifiée des émissions (URCE), unités qui pourront par la suite être utilisées par les pays de l'annexe B afin de réduire leur fardeau

national de réduction ou être vendues librement sur le marché via le mécanisme d'échange des droits d'émissions internationaux. Ce mécanisme devrait pouvoir être utilisé dès 2008, soit la première période d'application du Protocole, par les pays dont la conformité aux exigences du Protocole est jugée satisfaisante par les autorités gérant l'application du Protocole. Parmi les pays de l'annexe B, notons la présence du Canada, du Japon, de la Russie et des pays de l'Union Européenne (Europe des 25).

2.1.1 Le mécanisme de développement propre

Afin d'être compensés par l'attribution d'URCE, les promoteurs de projets MDP doivent s'assurer de respecter une série de conditions et de critères.

Dans un premier temps, les réductions de GES doivent être réelles, mesurables, et additionnelles. Des réductions réelles et mesurables font référence à des réductions qui peuvent être vérifiées par une tierce partie. Si tel n'est pas le cas, les réductions ne peuvent pas être considérées réelles et mesurables et ne peuvent pas faire l'objet de l'attribution d'URCE. Le critère d'additionnalité fait en sorte que les réductions de GES soient supérieures à celles qui seraient normalement produites en l'absence du projet, c'est-à-dire dans le cas où le statut quo serait maintenu. À titre d'exemple, le critère d'additionnalité ne serait pas respecté dans le cas de sites d'enfouissement ou de centrales thermiques devant se soumettre, par voie législative, à des normes de captage ou de rejet plus strict. Les seules réductions qui pourraient être reconnues et compensées sont celles qui dépasseraient les niveaux fixés dans la législation en question.

Afin de se voir attribuer des URCE, les projets MDP doivent également contribuer au développement durable des communautés dans lesquelles seront réalisés les projets. En ce sens, chaque pays hôte est tenu de dresser ses propres critères de développement durable qui devront être respectés par les promoteurs des projets. Par ailleurs, le pays hôte d'un projet, via son autorité ou bureau national du MDP, doit déterminer si une étude d'impact préalable au projet doit être effectuée par les promoteurs. Le processus d'approbation des projets prévoit aussi une période de consultation publique pendant laquelle les détails des projets doivent être publiquement divulgués. Les commentaires des parties intéressées (résidents du secteur, gouvernements communautaires ou régionaux, O.N.G., etc.) doivent être considérés et intégrés au projet. Notons enfin que l'aval du bureau national d'un pays de l'annexe B peut

être demandé afin de rendre plus restrictif le processus d’approbation d’un projet en particulier.

Concernant les projets d’énergie nucléaire, ces derniers ne sont pas admissibles à l’obtention d’URCE en vertu des accords de Marakech.

Les projets initiés après le 1^{er} janvier 2000 sont éligibles à l’obtention d’URCE dans la mesure où ils ont été enregistrés avant le 31 décembre 2005 et qu’ils respectent les autres critères et conditions établis. Des URCE peuvent être réclamés pour un même projet pour une période maximale de dix ans sans possibilité de réenregistrement ou pour une période de sept ans avec la possibilité d’obtenir deux renouvellements d’une durée de sept ans, pour un total de 21 ans. Les extensions de sept ans sont seulement accordées aux projets respectant les modalités initiales d’enregistrement (acquittement des frais administratifs).

De manière semblable aux modalités prévues par CCX, les URCE peuvent être mises en banque pour une utilisation future. L’actuelle période d’application du Protocole de Kyoto s’étendant de 2008 à 2012, les entités prévoyant une augmentation de la valeur des URCE pendant la seconde période d’application peuvent mettre en banque les URCE obtenues dans le cadre de l’actuelle période d’application afin de les utiliser dans la période d’application post 2012. Les entités qui optent pour cette alternative sont toutefois confrontées au risque que le Protocole de Kyoto ne soit pas renouvelé et que les URCE mises en banque perdent de leur valeur. Il est important de noter que les URCE obtenues dans le cadre d’activités d’absorption du CO₂ (reforestation) ne peuvent pas être mises en banque. Toujours relativement aux URCE issues d’activités d’absorption, la quantité d’URCE de ce type qu’un pays de l’annexe B peut utiliser pour fins de conformité est limitée à 1 % de son niveau initial de référence (1990) pour chaque année de la première période d’application (2008-2012). Dans le cas du Canada, le niveau de référence étant fixé à 596 MT, 5,7 MT d’URCE résultant d’activités d’absorption pourraient être utilisées par les pays pour se conformer.

Les projets MDP doivent suivre différentes étapes afin de faire l’objet de l’attribution d’URCE. Ces étapes sont les suivantes :

- La première étape consiste à la validation des projets. Dans le cadre de cette étape, une entité indépendante de vérification désignée par le Conseil Exécutif du MDP (CE)

nommé Entité Opérationnelle (EO) doit s'assurer que la demande écrite d'enregistrement du projet (descriptif du projet) satisfait à l'ensemble des exigences du MDP. L'EO doit également s'assurer que le niveau de référence et le plan de surveillance sont conformes aux spécifications établies par le CE. Notons que les membres du CE sont au nombre de 20, soit dix membres réguliers et dix membres suppléants, et ont la tâche de superviser l'application du MDP et de maintenir le registre électronique du MDP;

- Une fois un projet validé par l'une des EO, le projet en question doit formellement être accepté par le CE en fonction des recommandations formulées par l'EO. Il s'agit de l'étape d'enregistrement;
- En fonction du plan de surveillance établi dans le descriptif du projet, les réductions de GES doivent périodiquement être contrôlées et validées. Un rapport de surveillance doit être soumis à l'EO. Un examen périodique de la performance doit également être effectué par l'EO une fois le projet en marche. Si le niveau de performance observé lors de l'examen satisfait l'EO, un rapport de vérification attestant la performance convenable du projet est émis au CE. Il s'agit de l'étape de vérification;
- Une demande est ensuite adressée au CE par l'EO d'émettre les URCE en fonction des réductions accomplies par le promoteur. Cette demande prend la forme d'un rapport de certification et constitue la dernière étape avant l'attribution des URCE par le CE.

Il est à noter que l'équivalent de 2 % des URCE émises par le CE seront retenues par ce dernier et déposées dans un compte spécial. Les crédits ainsi accumulés serviront, au gré du CE, à financer des projets servant à atténuer les impacts des changements climatiques dans les pays en voie de développement.

2.1.2 Le mécanisme de mise en œuvre conjointe

Le mécanisme d'AC est similaire au mécanisme MDP car il permet aux pays de l'annexe B d'effectuer des projets de réduction des GES dans des pays où le coût marginal de réduction devrait être plus faible. La plus grande différence de l'AC avec le MDP réside dans la nature du pays hôte du projet. Contrairement aux projets MDP qui doivent se dérouler dans des pays

en voie de développement, les projets d'AC sont réalisés dans d'autres pays développés (pays de l'annexe B).

Notons immédiatement que les projets d'AC se déroulant maintenant, et ce, jusqu'au début de la première période de mise en œuvre du Protocole de Kyoto (2008-2012) sont considérés comme des projets pilotes n'étant pas admissibles à l'attribution d'unités de réduction des émissions (URE) (Ministère des Affaires Étrangères du Canada, 2005a). La différence entre les URE et les URCE réside dans le fait que les URE seront émises via le mécanisme d'AC et que les URCE le sont par l'entremise du MDP. Ces projets pilotes visent essentiellement à permettre aux pays intéressés de l'annexe B à obtenir de l'expérience et développer une expertise dans la mise en œuvre de projets de réduction des GES dans d'autres pays développés. Cette section ne s'attardera pas aux conditions spécifiques d'application de ces projets pilotes mais décrira plutôt brièvement les conditions et règles régissant les projets d'AC qui pourront être mis en œuvre à partir de 2008.

Comme dans le cas du MDP, les réductions de GES accomplies doivent être réelles et additionnelles afin de pouvoir être l'objet de l'attribution de droits d'émission. Puisque la majorité des pays de l'Europe de l'Est et de l'Europe centrale sont des pays de l'annexe B (donc admissibles aux projets d'AC) et que ces derniers pays offrent de nombreuses possibilités d'amélioration entre autres au niveau de l'efficacité énergétique des bâtiments et des procédés industriels hérités de l'ère communiste, le critère d'additionnalité prend une importance prépondérante. Du fait que ces pays sont, soit des membres nouvellement admis à l'Union Européenne, soit des pays candidats à joindre l'Union Européenne, ils sont tous tenus de conformer à une série de directives de l'Union Européenne appelées Acquis Communautaires. Ces acquis prennent effet dans différents domaines, dont l'efficacité énergétique et le captage des biogaz (Ministère des Affaires Étrangères du Canada, 2005c). Les réductions de GES engendrées par les projets d'AC devront donc aller outre les exigences et critères fixés par ces directives afin que les réductions de GES puissent être compensées par l'attribution d'URE.

Puisque les projets d'AC impliquent deux pays de l'annexe B, les projets d'AC sont considérés comme un mécanisme à somme nulle. Le mécanisme d'AC transfère en effet les réductions de GES accomplies dans un pays de l'annexe B à un autre pays de l'annexe B. En ce sens, du point de vue de la comptabilité des émissions, aucune réduction supplémentaire

n'est effectuée via ce mécanisme; les réductions étant seulement transférées. Pour cette raison (mécanisme à somme nulle) la vérification des réductions engendrées par une tierce partie externe n'est pas en tout temps obligatoire. Les projets dont la vérification des réductions n'est pas obligatoire sont appelés projets de voie II. Les projets de voie II peuvent uniquement être exécutés entre deux pays comptant des registres nationaux de GES complets et répondant aux exigences du Protocole de Kyoto. La vérification par une tierce partie n'est pas exigée dans le cadre des projets de voie II car le pays hôte, celui transférant des URE au pays promoteur, est considéré capable et intéressé à vérifier lui-même les réductions déclarées avec exhaustivité. Les pays de l'annexe B ne répondant pas complètement aux exigences de comptabilisation des émissions (pays dits de second front) doivent faire l'objet de procédures de vérification similaires à celles exigées dans le cadre des projets MDP. Ces projets d'AC sont appelés projets de voie I. Des tierces parties, désignées dans le cadre de l'AC par l'appellation Entités Indépendantes d'Accréditation (EIA), jouent un rôle comparable dans les projets d'AC que les EO dans le cadre des projets MDP. La procédure de vérification ne sera pas ici décrite car elle est en tout point comparable à celle en vigueur pour les projets MDP (Ministère des Affaires Étrangères du Canada, 2005b).

Notons enfin que tant les entités du secteur public que du secteur privé sont éligibles à prendre part aux projets d'AC. De plus, comme c'est le cas avec les projets MDP, les projets résultant en l'absorption de CO₂ sont considérés admissibles dans le cadre du mécanisme d'AC.

2.1.3 L'échange des crédits internationaux

Les pays de l'annexe B ont la possibilité de procéder, exclusivement entre pays de l'annexe B, à des EIDE. Ce mécanisme, dont l'objectif est cohérent avec celui de permettre aux pays disposant d'objectifs chiffrés et contraignants de réduction des GES d'effectuer ces réductions au coût marginal le plus bas possible, peut seulement être mis en marche si le pays vendant les droits d'émissions est en situation de surplus de droits d'émissions. Un pays en déficit de droits d'émissions n'est pas autorisé à vendre des droits d'émissions via le mécanisme d'EIDE. Le mécanisme encadre tant l'établissement de systèmes d'échange de droits d'émission à l'échelle nationale (l'établissement d'un système canadien en serait un exemple) que régionale. La première période d'application du Protocole débutant en 2008, l'EIDE n'est pas encore en vigueur. Une condition nécessaire à l'utilisation de l'EIDE est l'utilisation, au niveau de chaque pays de l'annexe B, de systèmes nationaux d'échange des droits

d'émissions. À cet effet, au moment de rédiger ce travail, aucun système de la sorte n'était encore en vigueur au Canada.

Notons enfin que les transactions effectuées dans le cadre du mécanisme d'EIDE doivent toutes être enregistrées et comptabilisées selon certaines modalités prévues au Protocole de Kyoto (O.N.U., 2006).

3. DEUXIEME MÉCANISME : LA STRATÉGIE CANADIENNE DE RÉDUCTION DES GES

Cette section a comme objectif de brièvement décrire les principaux éléments de l'ancienne stratégie fédérale de réduction des GES. Les éléments décrits sont ceux qui furent mis de l'avant sous la direction de Stéphane Dion, ministre de l'Environnement sous le gouvernement Libéral de Paul Martin. Les éléments abordés sont donc les suivants : le Projet vert, le fonds pour le climat ainsi que le système des crédits compensatoires. Ce dernier mécanisme sera plus amplement décrit que les autres éléments cités.

Depuis l'élection du gouvernement Conservateur, il appert que la stratégie canadienne de réduction des GES telle qu'élaborée par Stéphane Dion ne sera pas mise sur pieds. Toutefois, puisque cet essai avait comme objectif de présenter les systèmes de compensation pouvant être utilisés au début de la réalisation de ce travail, soit en avril 2006, il a été décidé de tout de même présenter ce dernier mécanisme. D'autres changements dans le paysage politique canadien sont envisageables dans un avenir relativement rapproché. À cet effet, il n'est pas exclu qu'un programme se rapprochant de celui proposé par l'ancien ministre de l'Environnement soit proposé advenant un retour au pouvoir du parti Libéral.

3.1 Projet Vert

Le Projet vert constitue le plan stratégique du gouvernement du Canada afin d'atteindre l'objectif de réduction de 6 % des GES découlant de la mise en œuvre du Protocole de Kyoto. Le plan est composé de six éléments : des industries concurrentielles, la canalisation des forces du marché, un partenariat entre les gouvernements provinciaux et le gouvernement fédéral, des citoyens engagés, une agriculture et des forêts durables et des villes et des collectivités durables.

Un élément central du plan est l'importance accordée aux technologies environnementales ainsi qu'aux énergies renouvelables. Le plan mise en effet sur le développement et l'exportation de ces domaines afin de compenser le ralentissement appréhendé de certains secteurs de l'économie canadienne. Un objectif clairement énoncé du plan est de « *permettre une réduction de GES tout en assurant une croissance économique continue* » (Gouvernement du Canada, 2005). L'effet recherché par le plan est donc double : remplir ses engagements de réduction et profiter économiquement de la situation.

Le plan cherche donc à tirer avantage de la contrainte de réduction des GES et des coûts importants qui en résulteront pour le gouvernement fédéral en permettant à des nouveaux secteurs de l'économie canadienne de se développer. La stratégie fédérale cherche à permettre aux entreprises canadiennes oeuvrant dans les domaines préalablement cités de profiter d'un développement précoce via les investissements qui seront réalisés par le gouvernement et, à long terme, de profiter des « *avantages qui reviennent aux pionniers* » (Gouvernement du Canada, 2005) et de bénéficier d'un avantage concurrentiel par rapport à leurs concurrents étrangers.

Outre l'orientation du plan axé vers la mise en valeur des technologies environnementales canadiennes, le plan détaille quels secteurs de l'économie seront sollicités afin d'atteindre les réductions prévues. Le plan prévoit des réductions annuelles de l'ordre de 270 Mt par année. Les réductions les plus importantes devraient être engendrées par l'entremise du Fonds pour le climat, du Fonds du partenariat et des actuels programmes de lutte contre les changements climatiques. Les réductions prévues par le plan sont résumées dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 Résumé des réductions prévues au Projet vert

Mécanismes prévus au Projet vert	Objectif de réduction pour la période 2008-2012 (5 ans)
Fonds pour le climat	375 à 575 Mt
Fonds du partenariat	275 à 425 Mt
Programme GEF	45 Mt
Industrie Automobile	5,3 Mt
Énergies renouvelables	75 Mt
Défi une tonne	25 Mt
Écologisation des activités du gouvernement fédéral	5 Mt
Programmes actuels de lutte contre les changements climatiques	200 Mt
Puits agricoles	50 Mt
Puits forestiers	0 à 20 Mt
Ensemble du Projet vert	1055,3 à 1425,3 Mt

Adapté de gouvernement du Canada (2005)

En somme, le Projet vert présente la lutte contre les changements climatiques et la réduction des émissions de GES qui en découle comme une opportunité de transformation de l'économie canadienne lui permettant, à long terme, de bénéficier d'un avantage concurrentiel résultant de cette situation. Les sous-sections suivantes vont décrire le rôle du Fonds pour le climat dans la stratégie canadienne ainsi que les modalités d'attribution des crédits compensatoires.

3.2 Le Fonds pour le climat

Le Fonds pour le climat est une institution fédérale sous la direction de l'Agence canadienne pour l'incitation à la réduction des émissions, également connue sous le nom de l'Agence du Fonds pour le climat. Cette agence relève du Ministère de l'Environnement. Au moment de sa création en novembre 2005, le Fonds se voulait une institution permanente ayant comme mandat de favoriser les réductions et les absorptions de GES au Canada. Il constitue l'un des principaux mécanismes de la stratégie canadienne de lutte contre les changements climatiques puisque l'objectif de réduction le plus élevé énoncé à l'intérieur du Projet vert est attaché au fonctionnement du Fonds pour le climat.

Le Fonds pour le climat compte atteindre ses objectifs de réductions via l'achat de droits d'émission attestant la réalisation de projets de réduction ou d'absorption de GES. L'achat des crédits se fera prioritairement sur le marché canadien des crédits compensatoires puis, si la situation l'indique, à l'étranger par l'entremise des trois mécanismes de flexibilité prévus au Protocole de Kyoto, c'est-à-dire le mécanisme pour le développement propre, le mécanisme de mise en œuvre conjointe et l'échange de droits d'émission internationaux. Le fonctionnement de ces mécanismes est décrit au chapitre quatre de ce travail. Tous les achats du Fonds devraient être réalisés via des appels d'offres afin de s'assurer que les réductions financées par le gouvernement canadien seront réalisées au coût le plus bas possible.

Disposant d'un capital initial d'un milliard de dollars, le Fonds pour le climat n'est toujours pas en vigueur en date du 1^{er} décembre 2006 puisque toute la stratégie canadienne de réduction des GES est actuellement en processus de révision par le gouvernement nouvellement élu de Stephen Harper.

3.3 Les crédits compensatoires

Le système des crédits compensatoires constitue la pierre angulaire de l'application de la stratégie canadienne de réduction des GES. Ce système représente également le moyen à travers duquel tant les entreprises que les municipalités, les individus, les associations environnementales ou toute autre organisation pourront de manière concrète participer à l'effort de réduction des GES. Les projets provoquant la réduction ou la séquestration de GES pourront se voir attribuer, s'ils répondent à certains critères, des crédits compensatoires. Les

crédits pourront par la suite être vendus soit au Fonds pour le Climat, soit à une entreprise visée par le système des grands émetteurs finaux (GEF). Les crédits pourraient également être encaissés et retirés du marché par leurs détenteurs, contribuant à l'atteinte de la cible de réduction globale du Canada (Environnement Canada, 2005c).

Cette sous-section, rédigée suite à la consultation d'un document technique préparé par Environnement Canada (2005d), présentera les critères d'admissibilité à l'obtention des crédits et le processus d'obtention des crédits. Il est à noter que dans cette portion du travail les projets de réduction des GES font également référence, sans en faire explicitement mention, aux projets d'absorption des GES.

3.3.1 Les critères d'admissibilité

Afin de faire l'objet de l'attribution de crédits compensatoires, un projet doit dans un premier temps répondre à certains critères d'admissibilité. Ces critères, au nombre de huit, sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Le premier critère concerne la portée du système de compensation, c'est-à-dire la taille du projet, la date de début du projet ainsi que la nature des émissions. Un projet devra engendrer des réductions minimales de GES. L'ampleur de ces réductions minimales n'est pas encore déterminée. Concernant la date de début du projet, c'est-à-dire la date à laquelle le projet engendre ses premières réductions de GES, elle ne pourra pas être antérieure au 1^{er} janvier 2000. Relativement à la nature des émissions, il est prévu que les émissions faisant l'objet de réductions doivent provenir d'une source ou d'un puits identifié dans l'inventaire canadien des GES. Certaines exceptions sont toutefois prévues relativement à ce dernier aspect.

Le second critère est relatif au calcul des émissions, ces dernières devant être quantifiables. Le calcul des réductions se fera en calculant la différence entre les émissions qui auraient normalement eu lieu sans la mise en œuvre du projet de réduction et les émissions anticipées qui seront engendrées suite au projet de réduction. Ces calculs seront effectués au moyen de critères, de procédures, de scénarios préétablis et d'hypothèses qui seront fournies par l'organisme chargé de la gestion du système de compensation.

Le critère suivant exige que les réductions déclarées soient survenues au cours la période d'enregistrement. Cette dernière s'entame à la date de début du projet pour se terminer huit années plus tard. Le réenregistrement d'un même projet est permis à condition que la demande à cet effet soit déposée avant la fin de la période d'enregistrement. Une demande de réenregistrement nécessite une nouvelle validation.

Le quatrième critère stipule qu'un projet de réduction des GES doit être réel. Ce critère fait référence au fait qu'un projet, pour être considéré comme valide, doit contenir une action précise résultant en une réduction nette des GES. Ce critère sous-entend que le déplacement d'un site à un autre d'émissions résultant de la mise en œuvre d'un projet doit être comptabilisé. Dans le même sens, la réduction d'un GES entraînant l'augmentation d'un autre GES doit aussi être prise en compte par le promoteur du projet.

Un autre critère précise que les réductions doivent être excédentaires. Ce critère est nécessaire, car dans le cadre de la stratégie générale de réduction des GES, plusieurs moyens seront mis de l'avant par le gouvernement afin de stimuler la réduction des GES. En ce sens, pour s'assurer que les crédits attribués font bel et bien l'objet de réductions de GES qui n'auraient pas eu lieu en l'absence du système des crédits compensatoires, les émissions de GES faisant l'objet d'un règlement fédéral ainsi que les réductions de GES financées via d'autres programmes fédéraux de lutte contre les changements climatiques ne seront pas admissibles à l'obtention de crédits compensatoires. Par exemple, les émissions visées par l'éventuel règlement sur les GEF ainsi que les projets recevant un financement par l'entremise du Fonds du partenariat ne pourront pas se voir attribuer de crédits sauf dans le cas où ces projets dépasseraient les réductions initialement prévues.

Le sixième critère avance que les réductions devront être vérifiables afin de faire l'objet de l'attribution de crédits compensatoires. Des organismes accrédités par le gouvernement devront être mandatés par les promoteurs de projets de réductions afin d'attester, via des rapports de vérification, de l'exactitude des réductions déclarées. Il est prévu que les vérifications seront effectuées en fonction des exigences de la norme ISO 14 064. Il est intéressant de souligner que les crédits seront octroyés ex post, c'est-à-dire une fois les réductions effectuées.

L'avant-dernier critère concerne l'unicité des réductions. Une réduction d'une tonne de CO₂ équivalent ne pourra engendrer qu'un seul crédit compensatoire. Pour s'assurer du respect de ce dernier critère, deux registres seront créés. Dans un premier temps, un registre chargé de l'enregistrement des projets, des crédits attribués à ces projets ainsi que des numéros de série associés à ces crédits devrait voir le jour. Un autre registre, chargé pour sa part du suivi des crédits de leur création à leur retrait, enregistrera toutes les opérations (vente ou mise réserve) effectuées aux crédits.

Le huitième critère est relatif à la propriété des crédits, celle-ci devant être clairement établie. À cet égard, un seul intervenant pourra être enregistré en tant que propriétaire des crédits; il s'agira du promoteur du projet. La nature du promoteur importe peu : le promoteur pourra être une entité commerciale, une O.N.G. ou bien un particulier. Dans le cas où plusieurs intervenants seraient impliqués dans un même projet, le promoteur sera tenu de justifier, au moyen de pièces justificatives (renonciations ou autres types de contrats), qu'il aura été désigné par les autres intervenants comme étant le promoteur du projet au sens du système de compensation.

3.3.2 Le processus d'obtention

Selon l'état actuel des choses, le processus d'obtention des crédits compensatoires comportera quatre étapes. Ces étapes sont décrites à l'intérieur de cette sous-section.

La première étape du processus consistera à la préparation de la demande d'enregistrement du projet auprès de l'organisme chargé de la gestion du système de compensation. Cette étape pourra être réalisée par le promoteur lui-même ou un tiers mandaté par ce dernier. La demande d'enregistrement prendra la forme d'un document qui devra être déposé à l'organisme et démontrer de quelle manière le projet respecte les critères d'admissibilité. Ce document, appelé *Descriptif de projet*, devra également présenter la manière avec laquelle les réductions de GES seront quantifiées et vérifiées. Des documents d'orientation ainsi que des protocoles de quantification préapprouvés seront mis à la disposition des promoteurs afin de faciliter leur tâche. Des frais de révision seront exigés par l'organisme auprès du promoteur au moment du dépôt du *Descriptif de projet*.

La seconde étape du processus concerne la validation et l'enregistrement des projets. L'organisme devra étudier les descriptifs de projets qui lui seront soumis et sera également chargé d'afficher au registre du système de compensation l'information présente dans les descriptifs relatifs à la description des projets, les réductions attendues ainsi que l'identité du promoteur. Le registre pourra être consulté par le grand public; l'affichage au registre vise à régler toute éventuelle question relative à la propriété des réductions et des crédits y étant attachés. L'enregistrement du projet sera officiel au moment où l'organisme aura déterminé que le projet répond entièrement aux critères d'admissibilité et que le *Descriptif de projet enregistré* sera émis par l'organisme. Ce dernier document précisera les exigences que le projet devra rencontrer afin de faire l'objet de l'attribution de crédits. Il est à noter que cette étape sera aussi assujettie au paiement de frais administratifs par le promoteur à l'organisme.

L'étape suivante est relative à la vérification. Dans un premier temps, une fois le projet mis en œuvre, un rapport (*Rapport sur les réductions / absorptions*) devra être déposé à l'organisme détaillant la réalisation du projet et spécifiant les réductions de GES accomplies. Ce rapport devra contenir une *Affirmation GES* qui est en fait une courte déclaration signée par le promoteur indiquant le nombre de crédits demandés et assurant que toutes les exigences mises de l'avant par l'organisme furent respectées. Les éléments avancés dans cette déclaration devront être vérifiés par une organisation indépendante accréditée par l'organisme via un rapport de vérification.

Le processus d'obtention des crédits se complète par l'étape d'attribution des crédits. L'organisme chargé de la gestion du système de compensation déposera les crédits dans le compte du promoteur au registre national des échanges une fois les dernières vérifications effectuées. Le paiement de frais de certification et la remise du rapport de vérification préparé par l'organisation indépendante ainsi que du *Rapport sur les réductions / absorptions* sont toutefois conditionnels à l'attribution des crédits.

Bien qu'il ne s'agisse pas en tant que tel d'une étape du processus d'obtention des crédits, il convient d'aborder la possibilité de réenregistrer un même projet. Tel que préalablement spécifié, la période d'enregistrement d'un projet est de huit années à compter du moment auquel le projet engendre ses premières réductions. Il sera possible de réenregistrer un même projet si les réductions produites par le projet s'étendent au-delà des huit années prévues. Dans un tel cas, les quatre étapes décrites dans cette section devront être répétées afin de

pouvoir être en mesure d'obtenir de nouveaux crédits. Des nouveaux *Descriptifs de projet*, *Rapports sur les réductions / absorptions*, *Affirmations GES* et rapports de vérification devront être produits et remis à l'organisme. Les frais administratifs mentionnés devront à nouveau être réglés.

4. TROISIEME MÉCANISME : LA BOURSE DU CLIMAT DE CHICAGO

La bourse du climat de Chicago (*Chicago Climate Exchange, CCX*) est un système volontaire d'échange de droits d'émission visant la réduction des émissions de GES auquel tout type d'organisation émettant des GES peut participer. En effet, tant les entreprises privées que les municipalités et les institutions peuvent prendre part aux activités de la bourse. À titre d'exemple, CCX peut compter parmi ses membres les entités suivantes : Ford, IBM, Amtrak, Abitibi-Consolidated, Manitoba Hydro, les villes de Chicago et d'Oakland, les universités du Minnesota et d'Oklahoma, etc. (CCX, 2005b). Les six GES prévus au Protocole de Kyoto sont visés par ce mécanisme conçu grâce au concours d'une cinquantaine d'organisations et de centaines d'experts dans le domaine.

La bourse, dont les activités ont débuté en janvier 2003, était initialement un projet pilote réservé aux organisations américaines motivées par le désir de démontrer la viabilité d'un système de droits d'émissions échangeables de GES. Toutefois, au cours de cette même année 2003, les activités de la bourse se sont étendues aux organisations canadiennes et mexicaines. Depuis le début de l'année 2006, les organisations de partout à travers le monde peuvent se joindre à CCX.

Le CCX comporte deux mécanismes pouvant permettre aux organisations de se voir attribuer des crédits d'émissions échangeables. Dans un premier temps, les organisations peuvent intégrer à part entière la bourse. Cette alternative contraint les membres de la bourse à réaliser quatre inventaires annuellement de leurs émissions de GES et d'en réduire la quantité émise d'environ un pour cent par année (CCX, 2004). L'autre alternative consiste à réaliser des projets dits de réductions compensatoires (*offsets project*). Ce sont des projets entraînant des réductions de GES dans des domaines préalablement déterminés résultant en l'attribution, pour les promoteurs de ces projets, de crédits d'émissions échangeables pouvant être vendus aux membres de la bourse (CCX, 2004). Ce chapitre du travail décrira ces deux mécanismes mis en place par CCX en plus de présenter l'état actuel du marché des droits d'émission issus de cette bourse.

4.1 Participation à la bourse

Les organisations intéressées à la démarche mise de l'avant par CCX peuvent participer aux activités de la bourse de différentes manières. En ce sens, CCX permet aux organisations de joindre la bourse sous des statuts distincts. Cette sous-section va s'attarder à décrire la participation des membres à part entière de CCX ainsi que le fonctionnement de la bourse à leur égard alors que la sous-section suivante portera sur le fonctionnement et la contribution des pourvoyeurs de projets compensatoires.

À la mise en œuvre de la bourse, les membres à part entière de CCX sont obligés, une fois engagés auprès de CCX, à effectuer l'inventaire de leurs émissions de GES. Les émissions moyennes des membres au cours des quatre années s'échelonnant de 1998 à 2002 constituent le niveau de référence (*baseline*) à partir duquel les membres doivent réduire leurs émissions. Peu importe le moment de leur adhésion, tous les membres sont obligés à réduire leurs émissions de 6 % d'ici 2010. Le rythme auquel les réductions doivent être accomplies varie toutefois en fonction du moment auquel le membre a joint la bourse. Ainsi, un membre ayant adhéré à la bourse au moment de sa création en 2003 disposera de huit années pour réduire ses émissions de 6 % alors qu'une autre organisation qui aura joint les activités de la bourse en 2006, disposera que de cinq années afin d'atteindre cette même cible de réduction. Le rythme des réductions à accomplir pour les entreprises ayant pris part à la période pilote de la bourse (2003-2006) est résumé à l'intérieur du tableau 4.1.

Tableau 4.1 Évolution des cibles de réduction des membres ayant joint CCX en 2003

Année	Cible de réduction
2003 (Phase I)	1 % sous le niveau de référence
2004 (Phase I)	2 % sous le niveau de référence
2005 (Phase I)	3 % sous le niveau de référence
2006 (Phase I)	4 % sous le niveau de référence
2007 (Phase II)	4,25 % sous le niveau de référence
2008 (Phase II)	4.5 % sous le niveau de référence
2009 (Phase II)	5 % sous le niveau de référence
2010 (Phase II)	6 % sous le niveau de référence

Adapté de CCX (2005d)

Tant dans le tableau 4.1 que dans le tableau 4.2, la mention phase I fait référence à la période pilote de la bourse. Les entreprises inscrites à CCX suite à cette période d'essai doivent réduire leurs émissions en fonction d'un échéancier distinct de ceux ayant pris part à la phase pilote du projet. Les cibles de réduction des organisations prenant part à la deuxième phase du projet sont présentées au tableau 4.2.

Tableau 4.2 Évolution des cibles de réduction des membres ayant joint CCX en 2006

Année	Cible de réduction
2006 (Phase II)	1,2 % sous le niveau de référence
2007 (Phase II)	2,4 % sous le niveau de référence
2008 (Phase II)	3,6 % sous le niveau de référence
2009 (Phase II)	4,8 % sous le niveau de référence
2010 (Phase II)	6 % sous le niveau de référence

Adapté de CCX (2005d)

Les réductions de GES que doivent effectuer les membres sont toutefois limitées par le mécanisme de provision pour la croissance économique (*Economic Growth Provision*). Ce mécanisme plafonne l'augmentation annuelle des émissions de GES qu'une organisation participante doit déclarer et compenser. Le mécanisme établissait, lors de la phase pilote du projet, que les émissions d'un membre ne pouvaient augmenter de plus de 2 % en 2003 et 2004 et de 3 % en 2005 et 2006 (CCX, 2004). C'est donc dire qu'une entreprise ayant un niveau de référence de 100 000 tonnes équivalent CO₂ et ayant émis 115 000 tonnes en 2005 devrait seulement compenser 3 000 des 15 000 tonnes excédentaires par rapport à son niveau de référence, en plus, bien sûr, des 3 000 tonnes nécessaires à l'atteinte de son objectif de réduction de 3 %. Cette organisation devrait donc compenser, via l'achat de droits d'émission, 6 000 tonnes au lieu de 18 000 tonnes comme cela aurait été le cas en l'absence de ce mécanisme.

4.1.1 Attribution des droits d'émission

En fonction du niveau de référence de chaque membre, CCX attribuera annuellement un nombre de droits d'émission correspondant à ce niveau de référence. Le nombre de crédits

attribués sera réduit en fonction de la cible de réduction du membre. À titre d'exemple, si un membre ayant joint les activités de la bourse en 2006 et ayant un niveau de référence de 100 000 tonnes équivalent CO₂, cette organisation se verra attribuer, compte tenu de l'objectif de réduction de 1,2 % devant être respecté, un nombre de crédits correspondant à 98 800 tonnes. L'année suivante, en 2007, cette même organisation recevra seulement une quantité de crédits lui permettant d'émettre 97 600 tonnes équivalent CO₂ afin de respecter l'objectif de 2,4 %.

Dans le cas où une organisation émettrait moins de GES que les droits d'émission en sa possession lui permettent de relâcher, ce membre pourra gérer cet excédent de crédits de différentes manières. Dans un premier temps, cette organisation aura le loisir de vendre ses crédits excédentaires sur le marché du CCX. L'autre alternative qui s'offre au membre possédant des crédits superflus est d'encaisser cet excédent de crédits (*banking mechanism*). Les crédits ainsi encaissés sont retirés du marché et pourront être vendus ou utilisés lors des années subséquentes. L'encaissement des crédits est une pratique courante dans les systèmes de droits d'émission échangeables car elle incite les participants à réduire leurs émissions le plus tôt possible. En effet, en l'absence de ce mécanisme une organisation, en situation de surplus de crédits dans un marché où le coût de réduction unitaire des émissions serait supérieur au prix de vente unitaire des crédits, ne serait pas du tout incitée à réduire davantage ses émissions, ce qui constitue l'objectif principal de tout système de droits d'émissions. Toutefois, une organisation dans la même situation avec l'opportunité d'encaisser d'éventuelles réductions supplémentaires sera incitée à immédiatement réduire davantage ses émissions de GES puisqu'elle sera en mesure de bénéficier de ces réductions dans le futur.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire dans le cas où un membre émettrait davantage de tonnes équivalent CO₂ que son nombre de crédits attribués lui permet d'émettre, ce dernier devra se porter acquéreur d'un nombre suffisant de droits d'émission de manière à ce que la quantité de crédits achetés jumelée aux crédits attribués par CCX soit équivalent aux émissions déclarées par l'organisation. Les émissions excédentaires doivent toutefois uniquement être compensées dans la mesure qu'elles ne dépassent pas les limites fixées par le mécanisme de provision pour la croissance économique (voir sous-section 4.1). Les émissions dépassant les balises fixées par ce mécanisme n'ont pas à être compensées.

4.1.2 Échange et caractéristiques des droits d'émission

Concernant les droits d'émission en tant que tels, ces derniers sont transigés sous le nom d'instruments financiers du carbone (*Carbone Financial Instrument*, CFI). Bien que le prix de transaction diffusé par CCX soit relatif à une tonne équivalent CO₂, un CFI échangé représente 100 tonnes équivalent CO₂. Ainsi, la valeur minimale d'une transaction correspond au prix unitaire d'équilibre multiplié par 100. À ce montant, des frais de transaction doivent être ajoutés. Ces frais sont de l'ordre de 0,01 \$ USD par tonne échangée par partie prenant part à l'échange et sont perçus par CCX tant à l'organisation achetant le CFI qu'à celle le vendant (CCX, 2006a). Toutes les transactions doivent être complétées par l'entremise de l'interface informatique en ligne de la bourse. Via cette interface, les membres peuvent déposer de manière anonyme des offres et des demandes relativement à l'achat ou à la vente de CFI. Les échanges complétés sont enregistrés au registre de la bourse.

Dans le même ordre d'idées, une année est attribuée à tout droit d'émission en fonction de l'année à laquelle ce droit a été émis. Un peu à l'image d'un vin, chaque droit est dénommé en fonction de son année de création. Par exemple, un droit émis en 2004 sera connu sous le nom de *2004 Vintage CFI*. En plus d'intervenir au niveau de la dénomination des droits, les années de création (*vintage year*) affecte également l'utilisation de ces droits. Un droit d'émission ne peut en effet pas être utilisé pour fins de conformité pour une année préalable à son année de création. En ce sens, un CFI émis en 2006 pourra seulement être employé pour fins de conformité que pour l'année 2006 et les suivantes. Il est à noter que des CFI des années passées sont disponibles sur le marché CCX en raison du mécanisme d'encaissement.

Le système de la bourse de Chicago propose plusieurs types de droits d'émission. Lorsqu'ils sont échangés, ces différents types de droits d'émission ne sont pas distingués les uns entre les autres et sont tous vendus en tant que CFI. La mécanique de CCX prévoit toutefois les droits d'émissions suivants : droits d'émission de GES (*Greenhouse Gases Emission Allowances*, GGEA), réductions compensatoires certifiées (*Certified Emission Offsets*, CEO) et (*Certified Early Action Credits*, CEAC). Dans un premier temps, les GGEA sont attribués annuellement aux membres par CCX en fonction de leur niveau de référence et de leur objectif de réduction. Les CEO sont pour leur part émis par la bourse aux promoteurs de projets de réductions compensatoires, ce sont donc des crédits émis sur une base ponctuelle en fonction de l'importance des réductions engendrées par chaque projet présenté à CCX. Contrairement aux types de droits d'émission, les CEAC ne peuvent pas être transigés pour fins de conformité.

Les CEAC ont été attribués aux membres pour des projets mesurables et vérifiables de réductions de GES que ces derniers ont mis de l'avant entre 1995 et 1998 et ne peuvent qu'exclusivement être utilisés par les membres ayant réalisé ces projets (CCX, 2004).

Toujours relativement à l'échange des droits d'émission, CCX impose une limite par rapport au nombre de droits qu'un seul membre peut vendre au cours d'une année. Ce mécanisme, appelé limite de vente par entreprise (*Single Firm Sales Limit*) vise à assurer une plus grande stabilité des prix en empêchant une organisation de faire chuter le prix des CFI en offrant une trop grande quantité de titres à vendre. En ce sens, les membres de la phase pilote de CCX ne peuvent pas vendre plus de l'équivalent de 0,5 % du niveau de référence de l'ensemble du programme. Ce pourcentage se décompose de la manière suivante : 0,05 % en 2003, 0,10 % en 2004, 0,15 % en 2005 et 0,20 % en 2006 (CCX, 2004).

4.1.3 Émissions considérées

Les émissions qui doivent être prises en compte dans le calcul du niveau de référence initial ainsi que dans les inventaires effectués quatre fois par année dépendent de la nature des activités de l'organisation membre. En fait, CCX impose deux modes de comptabilisation des émissions : un mode de comptabilisation spécifique pour les entreprises dont l'activité principale est la production d'énergie et un autre mode pour toutes les autres organisations.

Dans le cas des entreprises du secteur de l'énergie, ces dernières sont tenues de mesurer en direct leurs émissions de toutes leurs installations de plus de 25 mégawatts. Ces entreprises ont également l'option de considérer ou non les émissions de leurs installations de moins de 25 mégawatts. Les émissions doivent être mesurées via un dispositif approuvé par l'*Environmental Protection Agency*. Dans le cas où les installations ne seraient pas munies de ce dispositif, les émissions peuvent tout de même être calculées par l'entremise d'un calcul basé sur la quantité de carburant consommé. Les entreprises de ce secteur ont aussi le privilège de considérer ou non les émissions d'hexafluorure de soufre (SF₆) émanant de leurs usines ainsi que celles produites par les véhicules utilisés par les entreprises concernées.

Concernant les organisations n'oeuvrant pas dans la production d'énergie, ces organisations doivent comptabiliser deux types d'émissions : les émissions des procédés de production ainsi que les émissions des sources fixes de combustion. Concernant les émissions des véhicules

automobiles, ces dernières doivent être prises en considération si elles représentent 5 % ou plus de l'ensemble des émissions de l'organisation. Dans le cas où ces émissions représentent moins de 5 %, l'organisation en question a le privilège de considérer ou non ces émissions dans son inventaire. Les émissions provenant des véhicules ainsi que celles émanant des procédés de production doivent être estimées à partir des protocoles de quantification du *World Resource Institute* et du *World Business Council for Sustainable Development*.

4.1.4 Programme optionnel de réduction de la consommation d'électricité

Les membres de CCX dont la production d'électricité ne constitue pas l'activité principale de leurs opérations ont la possibilité d'obtenir des droits d'émission supplémentaires en participant de manière volontaire au programme de réduction de la consommation d'électricité (*Electricity Purchase Opt-in Program*). Ce volet optionnel de CCX fonctionne de manière similaire au programme principal. Les membres doivent établir un niveau de référence calculé grâce à la moyenne de la consommation électrique de l'organisation intéressée pendant quatre années (1998-2001). Relativement à ce niveau de référence, des objectifs de réduction annuels sont imposés aux participants. Ces objectifs de réduction sont identiques à ceux du programme principal de CCX (se référer au tableau 3.1).

La consommation électrique des organisations participantes pour une année donnée est ensuite comparée à l'objectif de réduction. Dans le cas où une organisation consommerait moins d'électricité que son objectif de réduction, des droits d'émission de GES lui seront attribués. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si une organisation consomme plus d'électricité que l'objectif de réduction lui permet de le faire, l'organisation en question devra compenser cette différence avec des droits d'émission. Les crédits sont attribués ou exigés, selon le cas, à un rythme reflétant les émissions moyennes de GES par MWh du pays dans lequel est localisé le membre. À titre d'exemple, puisqu'il est estimé que la production d'un MWh d'électricité aux États-Unis entraîne le relâchement de 0,61 tonne de GES, CCX attribuera ou exigera, selon le cas, 0,61 droit d'émission pour tout MWh d'écart avec l'objectif de réduction (CCX, 2004).

Les droits d'émission relevant de ce programme optionnel sont en tout point équivalents à ceux utilisés dans le programme général de CCX. En fait, les droits émis sont des GGEA dont il a été question précédemment. Tous les types de droits mentionnés à la sous-section 3.1.2

pourront être employés pour se conformer dans le cas d'une consommation d'électricité excédant l'objectif établi.

Il est à noter que le mécanisme de provision pour croissance économique du programme général s'applique dans les mêmes proportions pour ce programme optionnel que pour le programme général (se référer à la sous-section 3.1). De plus, afin de limiter le nombre de crédits pouvant être obtenus via ce programme volontaire, le nombre de crédits attribué par l'entremise de dernier ne pourra excéder 0,1 % de l'ensemble des droits émis par CCX.

4.1.5 Réductions générées et envisagées

Le tableau 4.3 présente les niveaux de référence, les objectifs de réduction ainsi que les émissions réelles comptabilisées par les membres de CCX au cours de la phase pilote de la bourse. Les émissions réelles ne sont présentées que pour les années 2003 et 2004 puisque les données officielles des deux autres années ne sont pas encore disponibles; les résultats de l'année 2005 ne seront connus qu'en septembre 2006. La lecture du tableau permet de constater que les membres de la bourse ont réduit leurs émissions de plus 37 millions de tonnes en 2004 par rapport à leur niveau de référence. Il s'agit d'une réduction de 15,5 % par rapport au niveau de référence global, soit près de huit fois plus que l'objectif de 2 % visé. La situation est similaire pour l'année 2003 puisque la réduction de 24 millions de tonnes est presque dix fois plus élevée que ce que devaient réaliser les membres (CCX, 2005a).

Tableau 4.3 Performance générale de CCX, 2003 à 2006

Émissions de GES en tonnes de CO₂ équivalent	2003	2004	2005	2006
Niveau de référence global	249 284 400	239 508 500	230 826 100	230 826 100
Objectif de réduction global	246 791 400	234 718 200	223 901 300	221 593 000
Émissions totales réelles	225 223 400	202 372 600	- (2)	- (2)
Écart par rapport à l'objectif	21 568 000	32 345 600	- (2)	- (2)
Réductions totales ou anticipées	24 061 000	37 135 900	6 924 800 ⁽¹⁾	9 233 100 ⁽¹⁾
Réduction relative	9,7 %	15,5 %	3,0 % ⁽¹⁾	4,0 % ⁽¹⁾

Adapté de CCX (2005a)

(1) Ces données représentent les objectifs de réduction que doivent respecter les membres.

(2) Ces données ne sont pas encore disponibles.

Il est également à noter que toutes les organisations participantes à la phase pilote de CCX ont soit respecté leur objectif de réduction, soit compensé les émissions excédant leur objectif. Le mécanisme de provision pour croissance économique a exclu 169 500 tonnes de GES de la bourse en 2003 alors que ce chiffre s'élève 40 200 tonnes pour l'année suivante. Enfin, la

limite de vente par organisation était établie en 2003 à 124 600 tonnes et à 239 500 tonnes pour 2004.

Les résultats engendrés par le programme optionnel de réduction de la consommation d'électricité sont présentés de manière distincte au tableau 4.4. Ce volet volontaire de CCX a contribué à réduire les émissions de GES de 1,8 million de tonnes au cours des deux premières années de sa mise en œuvre. Toutefois, comme seulement les réductions excédant les objectifs de réduction sont compensées par l'attribution de droits d'émission, uniquement 1,5 million de tonnes de GES ont ainsi été compensées. Cette donnée a été estimée en utilisant le facteur d'émission en vigueur aux États-Unis de 0,61 tonne par MWh. Comme c'est le cas avec le programme principal, les réductions réalisées ont largement dépassé les objectifs de réduction. Ces réductions ont en effet été près de six fois plus importantes en 2003 et 12 fois plus l'année suivante.

Tableau 4.4 Performance générale du programme optionnel de réduction de la consommation d'électricité, 2003 à 2006

Consommation d'électricité en MWh	2003	2004	2005	2006
Niveau de référence global	16 936 700	16 365 200	15 898 700	15 898 700
Objectif de réduction global	16 767 333	16 037 800	15 421 700	15 262 700
Consommation totale effective d'énergie	15 937 700	14 349 000	- (2)	- (2)
Écart par rapport à l'objectif	829 633	1 688 800	- (2)	- (2)
Réductions totales ou anticipées	999 000	2 016 200	477 000 ⁽¹⁾	636 000 ⁽¹⁾
Réduction des GES (0,61 t/MWh)	609 390 t	1 229 882 t	290 970 t ⁽¹⁾	387 960 t ⁽¹⁾
Réductions compensées des GES (0,61 t/MWh)	506 076 t	1 030 168 t	- (2)	- (2)
Réduction relative de la consommation	5,9 %	12,3 %	3,0 % ⁽¹⁾	4,0 % ⁽¹⁾

Adapté de CCX (2005a)

(1) Ces données représentent les objectifs de réduction que doivent respecter les membres.

(2) Ces données ne sont pas encore disponibles.

4.2 Les projets de réductions compensatoires

Outre son programme principal, CCX offre une autre alternative aux organisations désireuses de faire compenser leurs réductions de GES. Il est en effet possible de réaliser certains projets engendrant des réductions certifiées de GES pouvant être compensées par l'attribution de droits d'émission. Les droits d'émission issus de ces projets, de type CEO, sont utilisables par les membres de la bourse afin de se conformer à leur objectif général de réduction. Ces projets sont connus sous le nom de projets de réductions compensatoires (*offset project*). Les règles

régissant ces projets, les types de projets pouvant être reconnus ainsi que les réductions réalisées jusqu'à maintenant via ces projets seront abordés dans cette sous-section.

4.2.1 Types de projets considérés et autres restrictions

L'attribution de crédits compensatoires est limitée à certains types de projets et est encadrée par une série de règles. Dans un premier temps, il importe de spécifier que ces projets doivent être réalisés aux États-Unis, au Canada, au Mexique ou bien au Brésil. Les principaux types de projets reconnus par CCX sont les suivants : captage et destruction du CH₄ des sites d'enfouissement, captage et destruction du CH₄ d'origine entérique, séquestration du carbone par les arbres, séquestration du carbone par les terres agricoles.

CCX exige des promoteurs de projets compensatoires que les projets soumis engendrent des réductions minimales. Ce seuil est fixé à 10 000 tonnes équivalent CO₂ de réduction par année. Il est toutefois possible pour des promoteurs de faire reconnaître des projets de taille inférieure à ce seuil. En effet, ces derniers peuvent faire reconnaître leurs projets via des entités de mise en commun de projets compensatoires (*offset aggregators*) reconnues par CCX. Ces entités, elles sont actuellement au nombre de sept à être reconnues par CCX, s'approprient les réductions de GES engendrées par les promoteurs par l'entremise d'ententes privées avec ces derniers afin de constituer un lot de réductions supérieur à 10 000 tonnes par année. Les réductions ainsi mises en commun pourront être vendues en tant que droits d'émission, de type CEO, aux membres de CCX pour fins de conformité (CCX, 2005c).

À l'image des différents mécanismes mis en œuvre dans le programme général, il existe deux mécanismes limitant l'utilisation des CEO. Le premier limitait, pour les quatre années de la phase pilote du projet, à 5 % du niveau de référence global le nombre total des CEO et de CEAC pouvant être utilisé aux fins de conformité. L'autre mécanisme était spécifique à chaque membre, les limitant à ne pas produire et utiliser pour fins de conformité une combinaison de CEO supérieure à 0,5 % du niveau de référence global pour toute la phase pilote du projet.

4.2.2 Attribution des droits d'émission

Le nombre de droits d'émission attribué par projet compensatoire est déterminé au moyen de facteurs spécifiques à chaque type de projet. Concernant les projets de captage et

d'élimination du CH₄, tant celui émanant des lieux d'enfouissement sanitaires que celui résultant de digestion animale, cette activité compensée au rythme de 18,25 CEO par tonne de CH₄ éliminée. Les enregistrements, documents et données pertinentes relativement à la performance des équipements et des quantités de CH₄ détruites doivent être fournis par le promoteur à CCX afin de justifier l'attribution des CEO (CCX, 2006b et 2006e).

Relativement aux projets de séquestration du carbone au moyen des arbres, tant les projets de plantation de nouveaux arbres que ceux de conservation d'arbres déjà existants sont éligibles à l'obtention de crédits. Même si tous les projets ayant débuté après le premier janvier 1990 peuvent présenter une demande, des CEO seront seulement émis pour les années d'activité de la bourse (2003 à 2010). Les crédits sont émis en fonction de la variation du stock de carbone du lot concerné d'une année à l'autre. Pour pallier à une éventuelle diminution non désirée du stock de carbone d'une année à l'autre suite, par exemple, à un incendie, une réserve représentant 20 % des CEO attribués au promoteur est obligatoirement constituée. Cette réserve est utilisée par CCX au cas où une diminution du stock soit effectivement constatée pour compenser cette perte. Les crédits contenus dans cette réserve sont rendus au promoteur à la fin du projet. Il est à noter que seulement les promoteurs s'engageant sur une longue période de temps à gérer de manière durable leurs actifs forestiers sont considérés par CCX comme étant éligibles à l'obtention de CEO (CCX, 2006d).

En ce qui regarde les projets de séquestration du carbone par le sol des terres agricoles, ces projets sont seulement admissibles s'ils sont réalisés dans deux régions spécifiques des États-Unis : le Midwest et le delta du Mississippi. Dans le cas où les agriculteurs mettraient en place des pratiques de labourage favorisant la séquestration du carbone par le sol (culture en semi-direct ou sans labour, labour par bande et culture sur billons) (*no-till, strip till and ridge till*), ces derniers se verront attribuer 0,50 CEO par acre de terrain par année. Les agriculteurs peuvent aussi opter de planter du gazon sur leurs terres; cette pratique pouvant leur valoir 0,75 CEO par acre de terrain par année. Étant donné les réductions modérées que peut engendrer ce type de projets compensatoires, la presque totalité de ceux-ci est compensée par l'entremise de la mise en commun des projets (CCX, 2006c).

Tous les projets de réductions compensatoires, peu importe leur type, doivent être vérifiés et approuvés par l'un des vérificateurs agréés par CCX. Cette vérification effectuée par une tierce partie vise à assurer l'impartialité du système d'attribution des crédits.

4.2.3 Réductions générées

Les réductions de GES générées par les projets compensatoires représentent seulement qu'une faible proportion des réductions totales engendrées par le système mis en place par CCX. Les réductions compensées par l'octroi de CEO ont été de l'ordre de 421 000 tonnes en 2003, 288 000 tonnes en 2004 et 242 000 tonnes en 2005. Des CEO additionnels pour chacune de ces trois années (2003 à 2005) seront émis par CCX tout au cours de l'année 2006. Les CEO relatifs aux réductions engendrées en 2006 ne seront attribués qu'en 2007.

4.3 État actuel du marché

Le 1er mai 2006, le prix du *2006 Vintage CFI* a clôturé à 3,80 \$ la tonne. Le prix des CFI des autres années, c'est-à-dire les 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009 et 2010 *Vintage CFI*, variait quant à lui de 3,75 \$ à 3,80 \$ à cette même date. Ces prix sont relativement près du sommet de 4,90 \$ atteint par un CFI le 21 avril 2006. Le prix plancher a quant à lui été enregistré au début du mois de mars 2004 à 0,71 \$ la tonne. C'est au mois de mars 2006 que furent réalisé le plus grand nombre de transactions à CCX, l'équivalent de 607 000 tonnes ayant changé de mains au cours de ce mois. En date du 1^{er} avril 2006, c'est un total un peu inférieur à cinq millions de tonnes d'équivalent CO₂ qui a été transigé via CCX (CCX, 2006f).

5. PROJETS MUNICIPAUX DE RÉDUCTION DES GES

Tel que décrit à la section 1.4 de ce rapport, les municipalités du Québec disposent de différents leviers afin de réduire les émissions de GES étant de leur juridiction. En ce sens, quatre projets de réduction des GES pouvant être du ressort des administrations municipales québécoises sont décrits et analysés dans ce présent chapitre. L'analyse des quatre projets vise à tester les potentiels de réduction et la rentabilité des projets pour l'obtention de crédits compensatoires.

Il est important de noter que les projets retenus ont uniquement été analysés en fonction du système de compensation offert par le CCX. En effet, les modalités et les règles du système de compensation qui devaient initialement être mises en place par le gouvernement canadien n'ayant pas encore été établies, l'analyse des projets retenus en fonction de ce système n'est pas encore possible. En ce qui concerne les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto, comme ces derniers peuvent seulement être appliqués à des projets réalisés dans des pays considérés non industrialisés et que les projets retenus sont tous des projets dont la réalisation est prévue au Québec, ce cadre de compensation a également été laissé de côté. En ce sens, il est donc considéré que le seul cadre de compensation effectif, en date du mois de mars 2007, relativement aux réductions de GES engendrées au Québec est celui offert par le CCX.

L'aspect financier des projets de réduction des GES a donc été étudié dans le cadre des sections 5.1 à 5.4 au moyen de feuilles de calculs électroniques. Ces feuilles de calculs présentent l'avantage de pouvoir tenir compte du prix de marché de la tonne de carbone en vigueur. Les extraits pertinents tirés de ces feuilles de calculs sont présentés aux sections correspondantes. Ainsi, en fonction des réductions de GES qui devraient être engendrées par chacun des quatre projets retenus, la rentabilité ainsi que les revenus générés par la vente de crédits compensatoires ont été calculés et analysés. Relativement à la rentabilité, cette dernière a été abordée de deux manières distinctes. Dans un premier temps, la rentabilité a été calculée en tenant compte des revenus générés escomptés et des dépenses envisagées. La rentabilité a également été calculée en évaluant le point mort des quatre types de projets de réduction des GES retenus.

En ce qui regarde la nature des quatre types de projets retenus, les projets ont été retenus car ils présentent des potentiels de réductions intéressants, ils peuvent être mis en œuvre par la

majorité des municipalités du Québec car ils proviennent de domaines d'activité diversifiés. Notons que les projets ont été choisis de concert avec le directeur de cet essai. Les quatre projets de réduction retenus et étudiés dans le cadre de ce projet ont donc trait aux activités suivantes : l'absorption de CO₂ par la croissance de la biomasse (ville quelconque), le contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules (Ville de Laval), l'utilisation de l'énergie géothermique (ville quelconque), le captage et la destruction des biogaz (LES de St-Étienne-des-Grès).

La rentabilité des projets dépend de la capacité des projets à engendrer un nombre suffisant de crédits compensatoires. En ce sens, les projets de réductions de GES peuvent seulement être rentables après avoir atteint le seuil critique calculé par l'entremise du point mort. Le point mort a également été calculé de deux manières distinctes. Dans un premier temps, le nombre de crédits vendus à partir duquel les projets commencent à être rentables a été évalué. Ce calcul considère les frais fixes (frais d'enregistrement et frais de vérification) à partir desquels est divisée la marge bénéficiaire escomptée par crédit (prix de vente moins frais variables par crédit). Dans un deuxième temps, le point mort a été calculé en fonction du prix de vente du crédit compensatoire à partir duquel les projets commencent à être rentables. Ce dernier calcul considère l'ensemble des coûts engendrés par la monétarisation des réductions de GES (coûts fixes et coûts variables) ainsi que les quantités projetées de crédits compensatoires qui devraient être engendrées en fonction des différentes hypothèses et scénarios retenus. Le second calcul consiste donc à diviser les coûts totaux par le nombre de crédits escompté. De manière générale, le point mort varie donc en fonction des frais fixes, des frais variables et du prix de vente. En ce sens, comme ces trois dernières variables sont considérées de valeur équivalente pour les quatre projets retenus, dans le cas du calcul en fonction du nombre de crédits devant être vendus le point mort ne varie pas d'un projet à l'autre.

Notons enfin qu'un calcul a été effectué afin de prendre compte du taux d'effort nécessaire à la rentabilisation de chaque projet de réduction. Ce taux d'effort compare le nombre de crédits de réduction escompté par rapport au nombre de crédits nécessaires à la rentabilisation des projets (point mort en nombre de crédits). Un taux d'effort égal à 100 % indique que le projet devrait engendrer un nombre de crédits compensatoires équivalent au nombre de crédits permettant d'atteindre le point mort, c'est-à-dire permettant de rembourser les frais fixes encourus par la monétarisation des projets. Un taux d'effort supérieur à 100 % indique quant à lui que le projet ne devrait pas être en mesure de produire un nombre de crédits permettant la

rentabilisation du projet en question. Inversement, un taux d'effort inférieur à 100 % indique que le projet devrait engendrer un nombre de crédits compensatoires permettant minimalement le remboursement des frais fixes. Somme toute, plus le taux d'effort est faible, plus le projet devrait être rentable et plus le taux d'effort est élevé, moins le projet devrait être rentable.

Il est donc considéré que l'obtention de crédits compensatoires n'est pas une fin en soit mais constitue plutôt une activité complémentaire à la réalisation des projets de réduction des GES. Les coûts ne sont pas directement reliés à l'obtention des crédits et que la réalisation des projets retenus est indépendante du processus de monétarisation des réductions de GES. C'est pourquoi seulement les coûts directement liés à l'obtention des crédits compensatoires ont été considérés dans le cadre de cette évaluation. En ce sens, tous les coûts associés à la conception et la mise en œuvre technique des projets ainsi que l'achat d'équipement et de matériel nécessaire à la réalisation des projets ne sont pas évalués.

Ce chapitre est divisé en quatre sous-sections, soit une sous-section spécifique à chaque projet de réduction retenu. Une description des projets retenus, des hypothèses et variables utilisées ainsi que des résultats obtenus seront présentés dans la sous-section respective à chaque projet. Les données d'ordre générales utilisées afin de procéder à l'analyse du potentiel de rentabilité des projets retenus sont présentées à l'annexe 5.

5.1 Projet #1 : Absorption de CO₂ par la croissance de la biomasse – Peut s'appliquer à toutes les municipalités

5.1.1 Description du projet

Les municipalités du Québec sont compétentes relativement aux questions d'aménagement de leur territoire et d'urbanisme. En ce sens, les municipalités sont habilitées à intervenir relativement à certaines activités de déboisement et de reboisement ayant cours sur leur territoire.

En plus de bénéficier des améliorations esthétiques engendrées par la plantation de nouveaux arbres et d'un appui populaire en découlant (la plantation de nouveaux arbres est un geste généralement bien reçu par les citoyens), les municipalités se voient également présenter la possibilité d'en obtenir une compensation monétaire. C'est que les arbres en stade de croissance ont la capacité, par l'entremise de différents processus biochimiques, de retirer de

l'atmosphère du carbone et de le stocker dans la matière organique les constituants. C'est via la photosynthèse que les arbres sont en mesure de fixer le carbone de l'atmosphère, présent sous forme de CO₂, en biomasse, généralement sous la forme d'hydrates de carbone (CH₂O).

C'est donc dire, dans une certaine mesure et sous certaines réserves, que planter des arbres peut contribuer, via des cycles et des processus naturels, à retirer des GES de l'atmosphère. Puisque les arbres fixent le carbone, leur plantation peut faire l'objet de l'attribution de crédits compensatoires. Bien que les systèmes de compensation de réduction des GES ne compensent généralement que les opérations de reboisement de grande envergure, CCX autorise la compensation de la plantation d'arbres en milieux urbains.

5.1.2 Analyse et résultats

Avantages

Il est possible de relever certains avantages résultant de la mise en œuvre de ce type de projet. Dans un premier temps, la plantation d'arbres en milieu urbain représente un projet à très faible contenu technologique ne nécessitant pas un investissement de départ considérable ni de main d'œuvre spécialisée afin d'en permettre la réalisation. En effet, le seul matériel nécessaire à la réalisation de ce type de projet est de l'équipement de travail basique alors que le labeur peut éventuellement être effectué par des employés municipaux.

Sans considérer l'aspect d'absorption de CO₂ par la biomasse, les projets de plantation d'arbres en milieu urbain peuvent représenter des projets politiquement intéressants pour un élu municipal. Symbole de la nature, les arbres sont généralement bien perçus et appréciés par les citoyens d'une municipalité. Par ailleurs, contrairement à d'autres projets, les arbres plantés peuvent facilement être mis en valeur par les élus municipaux car ils sont physiquement identifiables par les citoyens. Somme toute, les projets de plantation d'arbres en milieu urbain sont des projets engendrant des résultats concrets pour un élu municipal.

Désavantages

Puisqu'un niveau de référence ne peut pas être établi pour ce type d'activité (plantation d'arbres en milieu urbain), l'évaluation de ce projet a uniquement été faite sur la base d'un projet compensatoire (*offset project*). À cet effet, les résultats de l'analyse de rentabilité sont présentés plus bas au tableau 5.1. La lecture de ce tableau permet de constater que la rentabilisation de ces projets semble difficilement réalisable compte tenu du très faible

nombre de crédits que devrait générer ce type de projet. En effet, le nombre de crédits compensatoires résultant des absorptions de CO₂ devrait se situer entre 4 et 26 crédits, en fonction du scénario de plantation considéré (500, 1 500, 2 500 et 3 500 arbres), tandis que le point mort varie de 669 à 2 538 crédits, selon le scénario de prix retenu (3,95 \$ à 14,96 \$). Somme toute, les quatre scénarios de plantation envisagés et les quatre hypothèses de prix retenues conduisent à des projets fortement déficitaires. À titre d'exemple, le scénario le plus optimiste, c'est-à-dire celui considérant la plantation de 3 500 arbres et un prix unitaire du crédit de près de 15 \$, engendre une perte de plus de 9 600 \$. En fait, en fonction du scénario de plantation d'arbres considéré et en présumant un prix du crédit compensatoire de 15 \$, ce type de projet serait capable de générer des revenus de l'ordre de 50 \$ à 400 \$ par année alors que les coûts fixes se situent à environ 10 000 \$. L'ensemble des résultats obtenus par la simulation de la compensation de ce type de projet est présenté à l'annexe 1.

Tableau 5.1 Analyse de rentabilité : Plantation d'arbres en milieu urbain

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Nombre de crédits engendrés	4	11	18	26
Point mort (Prix du crédit)	2 727,28 \$	909,09 \$	545,46 \$	389,61 \$
Scénario (Volume)	500	1 500	2 500	3 500
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)	69 220 %	21 441 %	10 409 %	2 606 %

Par ailleurs, la compensation de l'absorption du CO₂ engendré par la croissance de la biomasse est faite conditionnellement à la création d'une réserve représentant 20 % des crédits compensatoires reçus (se référer à la section 3.2.2 de ce rapport). Sous réserve que la quantité de carbone stockée déclarée par le promoteur concorde avec la quantité vérifiée, ces crédits mis en réserve seront rendus au promoteur une fois le projet en question terminé. Bien que les crédits doivent être rendus au promoteur, la mise en réserve représente des revenus qui ne peuvent pas être perçus dans l'immédiat pour le promoteur. Cette perte de revenu peut avoir à être financée par le promoteur et représenter un coût additionnel pour ce dernier.

Recommandations pour rendre intéressant le projet

En se référant aux règles encadrant les projets de réduction compensatoire décrites à la sous-section 3.2.1 de ce travail, ce type de projet doit faire l'objet d'une mise en commun afin

d'être compensé puisqu'il semble très peu probable d'atteindre le seuil minimal de 10 000 tonnes équivalent CO₂ de réduction annuelle. En effet, les projets générant moins de 10 000 tonnes annuellement doivent être agrégés avec d'autres projets du même type afin de pouvoir être compensés par l'attribution de droits d'émission. À titre indicatif, un projet de séquestration du CO₂ via la plantation d'arbres en milieu urbain devrait planter plus de 1 000 000 d'arbres afin d'être en mesure de respecter le seuil minimal de 10 000 tonnes équivalent CO₂. Ce seuil peut seulement être atteint via une mise en commun des séquestrations de CO₂ par plusieurs municipalités.

L'adsorption du CO₂ est fonction du taux de séquestration spécifique à chaque type d'arbre. En ce sens, la sélection d'un type d'arbre caractérisé par une croissance rapide peut contribuer à générer plus rapidement un plus grand nombre de crédits compensatoires. La plantation d'arbres à croissance plus rapide peut avoir un impact significatif sur le nombre de crédits générés. La rentabilisation de ce type de projet doit toutefois passer par la mise en commun.

5.1.3 Hypothèses utilisées

L'évaluation de la rentabilité de ce type de projets repose sur deux éléments clés : d'une part le taux annuel d'absorption du carbone utilisé et, d'une autre part, le nombre d'arbres qui sera planté dans le cadre du projet. Dans le cadre de cette évaluation de rentabilité, le taux de séquestration du carbone utilisé est celui estimé par la Fondation canadienne de l'arbre pour la croissance d'un arbre en milieu urbain canadien. Ce taux est évalué à 9,17 kg de CO₂ équivalent par année pour les 80 premières années de vie d'un arbre (Roulet et Freedman, 1999). Suite à ses 80 premières années de vie, l'arbre moyen canadien est considéré comme stockant très peu de carbone et le taux de séquestration associé devrait, sauf si des relevés de terrain peuvent démontrer le contraire, être nul. Ramené sur une base de tonnes de CO₂ équivalent par année, le taux utilisé correspond à 0,009167 tonne de CO₂ équivalent. En ce qui concerne le nombre d'arbres à planter, celui-ci a été l'objet de quatre scénarios variant de 500 à 3 500 arbres, ce qui représente des scénarios de plantation significatifs mais réalisables.

5.2 Projet #2 : Contrôle télémétrique de la flotte de véhicules – Ville de Laval

5.2.1 Description du projet

Les municipalités du Québec possèdent et gèrent leurs propres flottes de véhicules automobiles. Les services des travaux publics (voirie), les services des incendies et de la

police sont tous des services municipaux nécessitant l'utilisation de véhicules. Certains autres services municipaux peuvent également disposer de véhicules de fonction. L'utilisation de ces véhicules engendre nécessairement une consommation de carburant. Selon l'utilisation qui est faite de ces véhicules par les usagers municipaux, cette consommation de carburant peut être optimale ou non. En ce sens, les véhicules roulant à des vitesses excessives de manière indue ou dont le moteur est actionné sans raison alors qu'ils sont à l'arrêt engendrent une consommation excessive et inutile de carburant. Selon Ressources naturelles Canada, il est estimé qu'un dépassement de 20 % de la vitesse autorisée sur l'autoroute (120 km/h versus 100 km/h) entraîne une augmentation de 20 % de la consommation de carburant et qu'il est plus économique d'arrêter le moteur d'un véhicule qui s'immobilise pendant une période de dix secondes ou plus que de le laisser fonctionner à l'arrêt (Ressources naturelles Canada, 2006). Conséquemment, cette consommation provoque des émissions de GES supplémentaires qui pourraient être évitées si l'utilisation faite de chacun des véhicules était faite de manière convenable et avec un souci d'économiser le carburant.

Le contrôle télémétrique des véhicules automobiles permet de s'assurer que l'utilisation des véhicules municipaux, ou corporatifs, est faite de manière optimale permettant ainsi la réalisation d'économies en carburant et la réduction des GES et contaminants (particules etc.) reliés à la combustion des produits pétroliers. Le contrôle télémétrique des véhicules consiste à installer un module GPS à l'intérieur de chaque véhicule de la flotte visée, d'attribuer une clef électronique spécifique à chaque utilisateur de la flotte (conducteur), d'installer un logiciel permettant le téléchargement et le traitement des données fournies par les modules GPS et au repérage, via l'analyse des données, des utilisations non conformes des véhicules. Ainsi, le gestionnaire de la flotte de véhicules en question peut connaître, en temps réel ou a posteriori par l'entremise de rapports de gestion, l'utilisation précise qui est faite à tout moment de chaque véhicule, par chaque utilisateur. Le gestionnaire de la flotte peut ainsi être informé des périodes pendant lesquelles les véhicules ont fonctionné alors qu'ils étaient à l'arrêt, les vitesses et, le cas échéant, les excès de vitesse, les trajets empruntés et le temps nécessaire à leur réalisation, le temps mis à la réalisation de chaque tâche (intervalle de temps entre deux trajets), etc. Ces informations permettent au gestionnaire d'apporter les correctifs nécessaires avec les utilisateurs et de réaliser des économies de temps et d'argent. Selon l'un des principaux fournisseurs de systèmes télémétriques, ETL Électronique, l'utilisation de ce type de système permet à ses clients de réaliser des économies de 20 % à 25 % annuellement

(ETL Électronique, 2006). Les réductions des émissions de GES devraient conséquemment être de la même importance.

5.2.2 Analyse et résultats

Avantages

Ce type de projet peut être rentabilisé dans certaines circonstances. Le tableau 5.2 présente les résultats de l'analyse de rentabilité en fonction de la compensation via l'inscription de l'organisation à titre de membre de CCX. En fonction du nombre de crédits qui devrait être engendré (2 174 à 7 269) selon les différents scénarios d'efficacité (10 % à 25 %) et du nombre de crédits nécessaire afin de rentabiliser les opérations (1 672 à 6 345), la rentabilisation de ce projet pour la Ville de Laval est possible. La combinaison des différents scénarios montre en effet que tous les cas de figure étudiés avec une efficacité de 25 % seraient rentables. La combinaison d'un taux d'efficacité de 20 % et d'un prix de 5,25 \$ ou plus engendre également un scénario rentable. L'ensemble des résultats obtenus par la simulation de ce projet est présenté à l'annexe 2.

Tableau 5.2 Analyse de rentabilité : Contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules – Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010)

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Nombre de crédits engendrés	2 174	3 872	5 571	7 269
Point mort (Prix du crédit)	11,50 \$	6,46 \$	4,49 \$	3,44 \$
Scénario (Volume)	10 %	15 %	20 %	25 %
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	6 345	5 896	4 771	1 672
Taux d'effort (%)	292 %	152 %	86 %	23 %

L'utilisation des systèmes de contrôle télémétrique permet aux gestionnaires de flottes de véhicules de bénéficier d'une foule d'autres avantages qu'il convient de brièvement décrire ici. Parmi ceux-ci, notons la planification et le rappel automatique des entretiens périodiques, l'association des contraventions reçues aux conducteurs fautifs, le repérage du temps perdu par les utilisateurs lors de l'exécution des tâches et l'optimisation des parcours. Ce dernier aspect permet non seulement d'économiser temps et carburant aux organisations mais possiblement aussi de réduire l'impact sur l'environnement que peuvent avoir les activités d'épandage de sel de dégivrage des rues.

Il est par ailleurs intéressant de souligner que ce type de projet peut constituer une mesure dite sans regret. En effet, les économies engendrées par la réduction de consommation de carburant devraient à elles seules justifier la réalisation de ce type de projet, sans tenir compte de la réduction des GES.

Désavantages

La rentabilisation de ce type de projet via la réalisation d'un projet compensatoire semble très difficile. Le tableau 5.3 présente les résultats de l'analyse de rentabilité en fonction de la compensation via la réalisation d'un projet compensatoire. La lecture de ce tableau permet de relever que seulement un projet avec une efficacité optimiste (25 %) permet de dégager des bénéfices. Les autres scénarios ne semblent pas en mesure de générer un nombre de crédits suffisant, c'est-à-dire permettant d'atteindre ou de dépasser le point mort calculé. La combinaison des différents scénarios d'efficacité (10 % à 25 %) et de prix (3,95 \$ à 14,96 \$) confirme que les seuls cas de figure rentables sont ceux avec une efficacité élevée (25 %) ou utilisant un prix optimiste (14,96 \$). Les autres combinaisons ne sont pas rentables. Tel que préalablement mentionné, l'ensemble des résultats découlant de la simulation de ce projet est présenté à l'annexe 2.

Tableau 5.3 Analyse de rentabilité : Contrôle téléométrique d'une flotte de véhicules – Compensation des réductions sur 1 an (2006)

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Nombre de crédits engendrés	679	1 019	1 359	1 698
Point mort (Prix du crédit)	14,72 \$	9,81 \$	7,36 \$	5,89 \$
Scénario (Volume)	10 %	15 %	20 %	25 %
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)	374 %	231 %	140 %	39 %

Le nombre de crédit généré est insuffisant afin d'atteindre le seuil minimal de 10 000 tonnes équivalent CO₂, ce qui permettrait la compensation du projet en mode projet compensatoire. En effet, le scénario d'efficacité le plus optimiste (25 %) permet seulement d'engendrer des réductions d'un peu moins de 1 700 tonnes, ce qui est plus de cinq fois moins que le seuil minimal de 10 000 tonnes. Il est important de souligner ici que la flotte de véhicules retenue pour cette simulation est celle de la Ville de Laval, soit l'une des plus importantes villes au Québec. En ce sens, il serait surprenant que ce type de projet puisse, dans un premier temps, atteindre le seuil de 10 000 tonnes et, en second lieu, être économiquement rentable dans une municipalité québécoise de taille moyenne.

Ce type de projet présente un autre important désavantage. La mise en œuvre de ce type de projet nécessite des investissements monétaires importants. Le coût de mise en œuvre initial étant estimé à environ 1 000 \$ à 2 000 \$ par véhicule, la facture peut devenir considérable pour une ville de l'importance de Laval (ville étudiée) ou pour toute autre municipalité de taille moyenne. En plus de cet investissement financier de départ, la réussite d'un projet de la sorte nécessite l'implication de ressources informatiques et humaines au niveau de la supervision et de l'application des données et informations fournies par l'utilisation des véhicules.

Recommandations pour rendre intéressant le projet

Le projet étudié peut être jumelé à d'autres mesures associées à l'utilisation des flottes de véhicules afin de réduire davantage les émissions de GES découlant cette activité. En ce sens, l'utilisation de biocombustibles dont la combustion engendre des émissions de GES réduites par rapport aux combustibles fossiles conventionnels (5 à 10 % de moins) peut être envisagée. Dans le même sens, les municipalités peuvent favoriser l'achat de véhicules énergétiquement efficaces. L'utilisation de véhicules compacts, sous compacts et hybrides permet de dégager des économies intéressantes de carburant. Enfin, des cours devraient être dispensés aux usagers municipaux afin de leur enseigner les pratiques et les techniques de conduite permettant de réduire leur consommation de carburant.

Du point de vue de la compensation via la réalisation d'un projet compensatoire, la mise en commun doit être considérée. En effet, compte tenu de l'apparente incapacité de ce type de projet à atteindre le seuil minimal de 10 000 tonnes équivalent CO₂, il doit être considéré, préalablement à sa mise en œuvre, de regrouper ce type de projet avec d'autres du même genre.

5.2.3 Hypothèses utilisées

Le projet de contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules a été étudié selon quatre scénarios d'efficacité différents. Dans un premier temps, un scénario pessimiste présumant que la mise en place d'un tel système permettrait de réaliser une économie de seulement 10 % en carburant a été considéré. Deux scénarios modérés ou réalistes ont été retenus, permettant respectivement des économies de 15 % et 20 %. Enfin, un scénario optimiste a été étudié. Ce

dernier scénario considère quant à lui que l'utilisation de ce type de système permet de réaliser des économies en carburant de l'ordre de 25 %.

Au niveau des hypothèses retenues, seulement 75 % de l'ensemble des carburants utilisés par la ville de référence ont été considérés dans le cadre des calculs de réductions des GES des différents scénarios d'efficacité. C'est donc dire que le scénario optimiste considérant une réduction de 25 % de la consommation d'essence et de diesel a été calculé en considérant uniquement 75 % du carburant initialement consommé. Cette disposition a été prise afin de refléter le fait que la consommation de carburant de certains équipements et de certains véhicules, tels que les véhicules d'urgence, ne peut pas, ou ne peut que difficilement, être réduite.

Dans le même ordre d'idées, notons qu'il a été considéré que la réduction de consommation de carburant (essence et diesel) se faisait de manière équivalente entre ces carburants à l'intérieur d'un même scénario. Par exemple, dans le cas du scénario permettant une économie de 20 %, la réduction de 20 % a été appliquée tant à la consommation d'essence qu'à la consommation de diesel. Une autre hypothèse a été utilisée afin de faciliter le calcul du niveau de référence servant à estimer les réductions minimales à accomplir et non compensables dans le cas d'un mode de compensation par l'entremise de l'inscription de l'organisation à titre de membre à CCX. Il a été considéré que les consommations de carburants pour les années 1998 à 2002 étaient les mêmes que celles relevées en 2004. Rappelons que le niveau de référence devrait être calculé à partir des émissions moyennes de 1998 à 2002 et qu'uniquement les données relatives à l'année 2004 étaient disponibles pour effectuer cette évaluation.

Par ailleurs, les coefficients d'émission utilisés afin de calculer les émissions de GES sont ceux recommandés d'utilisation par le programme ÉcoGES^{te} du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.

5.3 Projet #3 : Utilisation de l'énergie géothermique – Peut s'appliquer à toutes les municipalités

5.3.1 Description du projet

Les besoins énergétiques des municipalités québécoises résultant du chauffage de leurs bâtiments sont importants. L'électricité, le gaz naturel, le mazout (huile à chauffage) sont les sources énergétiques les plus couramment employées par les municipalités du Québec afin de chauffer leurs bâtiments. Ce projet consiste donc à substituer l'utilisation d'énergies émettrices de GES qui serait normalement par une municipalité afin de chauffer ses bâtiments par l'utilisation d'une autre énergie non émettrice de GES : l'énergie géothermique.

Cette technologie incombustible a comme principes le déplacement de chaleur d'un point à un autre et l'utilisation du potentiel énergétique de la terre. Dans le cas d'un système géothermique, le déplacement de chaleur s'effectue de la couche superficielle du sol, dont la température varie normalement entre 8 °C et 12 °C (CCG, 2006a), vers les locaux à chauffer. Ce déplacement de chaleur nécessite l'utilisation d'une pompe à chaleur afin de puiser la chaleur du sol et d'un compresseur dans le but d'augmenter, par compression, la température se situant entre 8 °C et 12 °C. Le principe est également applicable en été alors que le système géothermique peut être utilisé afin de répondre aux besoins en climatisation des édifices. La couche superficielle de sol conservant la même température au cours de toute l'année (entre 8°C et 12°C), les pompes géothermiques sont en mesure de tirer la fraîcheur du sol et de la diffuser dans les bâtiments y étant rattachés.

L'utilisation des systèmes géothermiques reposant sur le différentiel de température entre la surface terrestre et la couche superficielle du sol, la mise en place de ces systèmes nécessite l'installation d'un réseau de tuyaux souterrains servant à puiser la chaleur du sol. Les tuyaux composant ce réseau souterrain sont typiquement d'un diamètre variant de deux centimètres à trois centimètres et doivent être enfouis et installés de manière à conserver une distance minimale de trois mètres entre les différentes sections de réseau (CCG, 2006b). L'installation de ce réseau de tuyaux doit se faire à une profondeur minimale de 1,20 mètre (4 pieds) mais une installation plus profonde du réseau ne peut qu'augmenter l'efficacité du système géothermique (CCG, 2006d). L'installation est également possible via la réalisation de forages verticaux. La profondeur de ces forages varie normalement entre 30 mètres et 60 mètres. Encore une fois, plus les forages sont profonds, plus l'efficacité du système géothermique en sera accrue (CCG, 2006d).

Le concept de la chaleur d'équilibre permet de déterminer à partir de quelle température l'usage d'une source complémentaire de chaleur devient nécessaire. Au Canada, la chaleur d'équilibre se situe généralement à $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (CCG, 2006c). C'est donc dire que lorsque la température baisse sous les $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'utilisation d'un équipement capable de générer une source de chaleur d'appoint devient nécessaire afin de conserver une température ambiante confortable à l'intérieur des bâtiments. Cette chaleur d'appoint est habituellement générée par une résistance électrique intégrée au système géothermique. L'utilisation d'un système de chauffage parallèle au système géothermique est également possible afin de produire cette énergie d'appoint. La mise en place d'un système de chauffage parallèle peut même s'avérer recommandable afin d'éviter les désagréments engendrés par les pannes électriques.

5.3.2 Analyse

Avantages

L'utilisation des systèmes de chauffage et de climatisation géothermiques permet d'acquérir une certaine indépendance énergétique. Les systèmes géothermiques utilisant la chaleur naturellement présente dans le sol, leur fonctionnement ne requiert pas l'utilisation de combustibles fossiles (mazout ou gaz naturel). À cet effet, les municipalités, ou tout autre acteur économique, utilisant ce genre de système ne sont pas dépendantes des fournisseurs traditionnels de combustibles fossiles ainsi que des fluctuations du prix des hydrocarbures. Cette indépendance n'est pas complète puisque le fonctionnement des systèmes géothermiques nécessite l'utilisation d'une pompe électrique et que, en ce sens, les utilisateurs de ce type de système demeurent énergétiquement dépendant de leur fournisseur d'électricité.

L'utilisation de systèmes géothermique pour fins de chauffage et de climatisation constitue une mesure dite sans regret. En effet, la diminution de la quantité de combustibles fossiles consommée et les économies en résultant peuvent à elles seules justifier la mise en œuvre d'une mesure de ce type. L'analyse de rentabilité effectuée dans le cadre de ce travail n'a pas pris en compte cette dimension (coût d'approvisionnement en combustibles). Cette dernière devrait être considérée dans une démarche plus exhaustive.

Désavantages

La rentabilisation de ce type de projet semble difficilement réalisable. En effet, tant la simulation du scénario de compensation sur un an (projet compensatoire) que sur cinq ans

(inscription à titre de membre) engendre des résultats fortement déficitaires. Tel que le montrent les données présentées au tableau 5.4, la compensation via l'inscription de la municipalité à titre de membre engendre un nombre de crédits nettement insuffisant par rapport aux points morts calculés. À cet effet, alors que le point mort se situe minimalement à 1 672 crédits (prix du crédit à 14,96 \$), le plus grand nombre de crédits engendré est estimé à 346 (efficacité à 100 % du système géothermique), produisant un manque à gagner significatif de plus de 1 300 crédits. Au niveau des pertes, le scénario le plus optimiste (efficacité de 100 % et prix du crédit à 14,96 \$) engendre des pertes de près de 20 000 \$. L'ensemble des résultats obtenus par la simulation de ce projet est présenté à l'annexe 3.

Tableau 5.4 Analyse de rentabilité : Utilisation de l'énergie géothermique – Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010)

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Volume des crédits d'émission	243	284	325	346
Point mort (Prix du crédit)	102,71 \$	87,90 \$	76,83 \$	72,27 \$
Scénario (Volume)	1	2	3	4
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	6 345	5 896	4 771	1 672
Taux d'effort (%)	2 607 %	2 073 %	1 466 %	483 %

Le tableau 5.5 montre pour sa part les résultats de la simulation effectuée pour la compensation en mode projet compensatoire (sur un an). Le nombre de crédits engendrés par ce mode de compensation est également insuffisant. Dans le meilleur des cas, l'émission de 75 tonnes d'équivalent CO₂ devrait être évitée alors que le point mort est calculé, selon le scénario le plus optimiste, à 669 tonnes. Au niveau de la rentabilité, les simulations effectuées résultent toutes en des situations déficitaires. À titre d'exemple, le scénario le plus optimiste (efficacité de 100 % et prix de 14,96 \$) entraînerait en une perte légèrement inférieure à 8 900 \$.

Tableau 5.5 Analyse de rentabilité : Utilisation de l'énergie géothermique – Compensation des réductions sur 1 an (2006)

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Volume des crédits d'émission	55	63	71	75
Point mort (Prix du crédit)	183,21 \$	159,27 \$	140,87 \$	133,18 \$
Scénario (Volume)	1	2	3	4
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)	4 650 %	3 756 %	2 688 %	891 %

Le second désavantage relié à la mise en œuvre de ce type de projet se situe au niveau de l'important investissement de base nécessaire à sa réalisation. Alors que l'achat de systèmes géothermiques doit être fait auprès de gens spécialisés dans le domaine, l'installation doit aussi être faite par des experts. Somme toute, les systèmes géothermiques nécessitent de l'équipement spécialisé (pompes, conduites et fluide caloporteur) et une installation nécessitant de l'équipement lourd (matériel d'excavation ou foreuse). En ce sens, l'installation de systèmes géothermiques peut s'avérer un exercice coûteux.

Le dernier désavantage relevé est associé à l'espace nécessaire afin de permettre l'utilisation de ces systèmes. En effet, en milieu urbain dense, l'implantation de système géothermique peut représenter un défi de taille en raison du potentiel manque d'espace. Tel qu'il a préalablement été décrit, les conduites souterraines doivent être enfouies horizontalement ou verticalement par l'entremise de forages. Les bâtiments municipaux se retrouvant parfois au centre des agglomérations (en particulier les hôtels de ville et les centres de services récréatifs et communautaires), l'espace peut être restreint à proximité de ceux-ci. En ce sens, l'espace restreint et la présence d'infrastructures souterraines (fils électriques et téléphoniques, conduites de gaz naturel et d'eau) peuvent rendre l'installation des systèmes géothermiques plus difficile en milieu urbain dense.

Recommandations pour rendre intéressant le projet

Le regroupement de projets de ce type permet de les rendre plus intéressants sous deux aspects. Dans un premier temps, le regroupement de projets permet l'atteinte du seuil minimal de 10 000 tonnes d'équivalent CO₂, rendant possible la compensation de ce type de projet en mode projet compensatoire (versus l'inscription de l'organisation à titre de membre). Dans un second temps, l'agglomération de ce genre de projet peut générer un nombre suffisant de crédits compensatoires afin de rentabiliser les projets d'utilisation de l'énergie géothermique.

Tel que préalablement mentionné, ce type de projet constitue une mesure dite sans regret. À cet effet, l'étude de rentabilité de ce type de projet en considérant le projet dans son ensemble pourrait mener à des résultats plus intéressants que ceux présentés dans ce travail. En effet, il est probable qu'en considérant l'argent qui aurait été dédié à l'achat des combustibles fossiles mais dont l'utilisation d'un système géothermique en permet l'économie, ce type de projet pourrait être considéré comme rentable. La prise en compte de l'ensemble des changements

induits par l'utilisation d'un système géothermique peut donc rendre ce type de projet intéressant du point de vue financier.

L'utilisation d'un taux d'émission spécifique à la production électrique québécoise permettrait également de rendre le projet plus intéressant. La très grande majorité de l'électricité québécoise étant produite au moyen d'une source non émettrice de GES, l'hydroélectricité, les émissions de GES engendrées par l'utilisation d'électricité dans ce projet seraient moindres que celles calculées dans le cadre de ce travail (utilisation du taux canadien moyen d'émission). L'utilisation du taux moyen d'émission québécois ne serait toutefois pas suffisante afin de rendre ce projet rentable. En effet, les émissions indirectes engendrées par l'utilisation de l'électricité sont calculées à 89 tonnes. Selon le scénario le plus optimiste de compensation sur un an et considérant les émissions indirectes de GES découlant de l'utilisation de l'électricité comme nulles (efficacité de 100 % et prix de 14,96 \$), 505 tonnes seraient toujours manquantes afin d'atteindre le seuil de rentabilité calculé (point mort de 669 tonnes).

5.3.3 Hypothèses utilisées

Ce type de projet a été analysé en fonction de besoins énergétiques typiques de bâtiments normalement trouvés dans des municipalités du Québec. Il a été considéré que les quatre bâtiments étaient situés à proximité les uns des autres de manière à permettre la construction d'un parc géothermique de chaleur capable de répondre aux besoins en chaleur des bâtiments. Ces bâtiments typiques ici considérés selon les données réelles de bâtiments existants pris à titre de référence sont les suivants : un garage municipal présentant une consommation théorique annuelle de 32 500 mètres cubes de gaz naturel, un centre communautaire et récréatif nécessitant 16 500 litres d'huile sur une base annuelle, un hôtel de ville consommant 20 500 mètres cubes de gaz par an et une caserne de pompiers ayant besoin de 9 400 mètres cubes de gaz annuellement.

Le projet d'utilisation de l'énergie géothermique a également été analysé en fonction de la capacité d'un tel système à répondre aux besoins en chaleur d'un édifice. Bien que les systèmes géothermiques soient généralement en mesure de répondre complètement aux besoins en chaleur, trois scénarios plus conservateurs ont également été mis de l'avant présumant les systèmes géothermiques capables de répondre respectivement à 95 %, 85 % et 75 % des besoins en chaleur d'un édifice.

Le parc d'édifices typiques considéré serait normalement chauffé au gaz naturel et au mazout (huile No.2), la proportion de consommation entre ces carburants a été maintenue pour l'évaluation des trois scénarios conservateurs. Ainsi, la réduction de 85 % des carburants dans le cas du second scénario a été appliquée de façon équivalente aux deux types de carburant. Le niveau de référence des émissions de GES a également été calculé en considérant que les données de consommation utilisées (année 2004) sont restées parfaitement constantes depuis 1998.

Bien que les systèmes géothermiques n'engendrent aucune combustion, donc aucune émission directe de GES, les émissions en amont ont été considérées. Ainsi, les émissions moyennes résultant de la production d'un kWh au Canada ont été utilisées afin de prendre en compte la consommation électrique induite par l'utilisation d'un système géothermique. En effet, tant le fonctionnement de la pompe que l'activation du chauffage d'appoint via une résistance électrique nécessitent de l'électricité. Enfin, les coefficients d'émissions considérés sont ceux suggérés d'utilisation publiés par l'AQME. L'estimation de la consommation électrique faite par les systèmes géothermiques a été faite sur la base qu'approximativement entre 4 et 18 kWh par année d'électricité sont nécessaires par pied carré de superficie à chauffer et climatiser. Pour les fins de ce travail, il a été retenu qu'environ 10 kWh par pied carré sont nécessaires afin de faire fonctionner les équipements (pompe et compresseur) d'un système géothermique standard.

5.4 Projet #4 : Captage et destruction des biogaz – Lieu d'enfouissement technique de St-Étienne-des-Grès

5.4.1 Description du projet

La décomposition de la biomasse résultant de l'activité de micro-organismes en mode anaérobie engendre la production d'un ensemble de gaz nommé biogaz. La composition ainsi que les quantités produites de biogaz varient en fonction d'une série de facteurs : caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des matières enfouies, le taux d'humidité et la température dans la cellule d'enfouissement, le pH, la densité et l'âge des matières résiduelles ainsi que le temps (MDDEP, 2005).

Le biogaz est typiquement composé de 50 % de dioxyde de carbone et de 50 % de méthane. Le biogaz contenant 50 % de méthane n'est toutefois obtenu que suite à différentes phases. Une première phase, pendant laquelle la présence d'oxygène rend possible la décomposition de la biomasse en mode aérobie, engendre un biogaz contenant principalement du dioxyde de carbone. Cette première phase sera suivie d'une seconde phase pendant laquelle la quantité d'oxygène disponible diminue engendrant un biogaz majoritairement composé de dioxyde de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'ammoniac (MDDEP, 2005).

Ainsi, du méthane se libère naturellement de tout lieu d'enfouissement, et ce, pendant une période d'environ 20 ans à 30 ans suite à l'arrêt des activités d'enfouissement (Comeau, 2006). Le méthane possède un pouvoir de réchauffement global 21 fois plus élevé que le dioxyde de carbone. Le captage du biogaz, au moyen d'un réseau de puits spécifiquement conçu à cette fin, rend possible sa destruction, évitant ainsi l'émission de méthane à l'atmosphère. La valorisation énergétique du biogaz captée est également possible via la production d'électricité.

Les projets de captage et destruction du méthane émanant des lieux d'enfouissement sont donc considérés des projets de réduction des GES car ils permettent d'éviter le relâchement de méthane à l'atmosphère. Certaines variables doivent être prises en considération dans l'élaboration de ces projets. Dans un premier temps, les quantités de méthane captées doivent être connues, les quantités de CO₂ émises par la destruction (combustion) du biogaz doivent être prises en compte et la valorisation énergétique du biogaz peut représenter une source additionnelle de réduction des GES.

5.4.2 Analyse

Avantages

Ce type de projet semble largement rentable, et ce, selon toutes les hypothèses de prix (3,95 \$ à 14,96 \$) et d'efficacité (70 % à 100 %) retenues. Les 111 000 tonnes de GES compensables dépassent les volumes nécessaires afin d'atteindre les points morts spécifiques à chaque scénario d'efficacité et de générer des bénéfices intéressants, et ce, selon les deux alternatives de compensation offertes par CCX. Les tableaux 5.6 et 5.7 présentent les résultats des analyses de rentabilités menées selon les deux alternatives de compensation. L'ensemble des résultats obtenus par la simulation de ce projet est présenté à l'annexe 4.

Tableau 5.6 Analyse de rentabilité : Captage et destruction des biogaz – Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010)

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Volume des crédits d'émission	366 427	420 597	476 442	532 287
Point mort (Prix du crédit)	0,07 \$	0,06 \$	0,05 \$	0,05 \$
Scénario (Volume)	70 %	80 %	90 %	100 %
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	6 345	5 896	4 771	1 672
Taux d'effort (%)	2 %	1 %	1 %	0 %

Dans le cas de la compensation par l'inscription de l'organisation à titre de membre, le point mort, en termes de prix unitaire du crédit, varie entre 0,05 \$ et 0,07 \$, ce qui permet de facilement couvrir les coûts encourus et dégager des bénéfices intéressants compte tenu des scénarios de prix retenus. À cet effet, les bénéfices envisagés varient de 1 400 000 \$ à plus de 7 900 000 \$ selon les prix et l'efficacité considérés, ce qui contraste fortement avec les trois autres projets étudiés.

Tableau 5.7 Analyse de rentabilité : Captage et destruction des biogaz - Compensation des réductions sur 1 an (2006)

Scénario (Prix)	1	2	3	4
Volume des crédits d'émission	78 518	89 352	100 521	111 690
Point mort (Prix du crédit)	0,13 \$	0,11 \$	0,10 \$	0,09 \$
Scénario (Volume)	70 %	80 %	90 %	100 %
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)	3 %	3 %	2 %	1 %

En ce qui regarde la compensation via un projet compensatoire, le point mort, en termes de nombre de crédits générés, se situe entre 669 et 2 358 crédits. Compte tenu du nombre de crédits qui devrait être généré, c'est-à-dire entre 78 518 et 111 690, la compensation de ce type de projet semble une opération pouvant être facilement rentable. En ce qui regarde les bénéfices, la simulation effectuée permet de dégager des profits variant de 300 000 \$ à 1 600 000 \$.

Enfin, ce type de projet semble être le seul parmi les quatre retenus à être en mesure à la fois de générer des revenus permettant sa rentabilisation et à la fois de générer des réductions de GES permettant de respecter le seuil minimal de 10 000 tonnes équivalent CO₂. Ce type de

projet pourrait donc faire l'objet d'une compensation indépendante à titre de projet compensatoire.

Désavantages

Le désavantage le plus significatif se situe au niveau du coût de mise en œuvre élevé. La réalisation de ce type de projet nécessite en effet l'achat et l'installation d'équipement hautement spécialisé afin de capter, pomper et détruire le biogaz. Il est estimé que le prix de ce matériel spécialisé devrait être relativement élevé.

L'autre désavantage relevé est associé à la nature même des projets de captage et de destruction des biogaz. Pour être en mesure de rentabiliser ce genre d'opérations, il semble nécessaire de pouvoir disposer d'un site d'enfouissement de bonne capacité. Or, ce genre d'installation n'est pas présent dans toutes les villes et municipalités du Québec et il semble que les sites qui présentaient initialement les meilleurs potentiels de captage soient déjà exploités (captage et valorisation des biogaz). C'est le cas du site de St-Étienne-des-Grès où les droits de captage et de valorisation des biogaz ont déjà été concédés par la régie locale de gestion de ce site d'enfouissement à une entreprise spécialisée dans le domaine.

Recommandations pour rendre intéressant le projet

Ce type de projet amplement intéressant et rentable. Il semble toutefois possible de pouvoir rendre ce type de projet encore plus intéressant. En effet, il est recommandé, dans la mise en œuvre de projets de captage et de destruction du biogaz, d'étudier la possibilité de valoriser les biogaz captés. Au lieu de simplement détruire les biogaz, il est possible de générer de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de la combustion de ces biogaz. Selon le cas, l'électricité produite peut servir à répondre aux besoins en énergie de l'installation (bureaux, pompage des gaz, etc.) ou être vendue sur le réseau public de distribution d'électricité. La chaleur engendrée par la combustion des biogaz peut contribuer au chauffage des bâtiments situés dans le secteur des installations.

5.4.3 Hypothèses utilisées et résultats obtenus

Le Directeur de la Régie de Gestion des Matières Résiduelles de la Mauricie (RGMRM), Monsieur Robert Comeau, a été rencontré et a bien voulu collaborer à la réalisation de ce travail en fournissant des informations relativement à l'activité de son lieu d'enfouissement

technique (LET). Les données fournies par Monsieur Comeau ont été utilisées pour les fins académiques de calcul de ce travail et sont assimilables à des hypothèses.

La RGMRM gère deux sites d'enfouissement. Le plus ancien site, de vieille génération, ou à atténuation naturelle, n'est plus exploité. Ce premier site a été en opération de 1977 à 2002 et a accueilli un total approximatif de 3 millions de tonnes de déchets au cours de ses 25 années d'exploitation. Le nouveau site d'enfouissement, de type nouvelle génération muni d'une double géomembrane, d'un système de captage et de traitement des lixiviats ainsi que d'un système de puits de captage des biogaz. Ce LET a été ouvert suite à fermeture de l'ancien site en 2002 et a été le site de l'enfouissement d'environ 600 000 tonnes de déchets depuis son ouverture, dont quelques 145 000 tonnes uniquement en 2005. Selon les informations fournies par Monsieur Comeau (2006), 18 millions de mètres cubes de biogaz auraient été produit en 2005 par la décomposition des déchets enfouis dans la nouvelle cellule d'enfouissement. Puisque ce biogaz est composé d'environ 50 % de méthane, ce sont 9 millions de mètres cubes de méthane qui ont été produits par le LET de St-Étienne-des-Grès au cours de cette même année. En considérant que le méthane possède une masse volumique de 0,68 kg par mètre cube de gaz (pression de 1,013 bar à 15°C), ce sont approximativement 6 120 tonnes de méthane qui ont été captées et détruites. Compte tenu du taux de compensation utilisé par CCX de 18,25 tonnes de CO₂ compensé par tonne de CH₄ détruite, ce sont plus de 111 000 tonnes de CO₂ qui peuvent ainsi être l'objet d'une compensation via CCX. Ce taux de compensation considère tant l'évitement d'émission de CH₄ à l'atmosphère que le relâchement de CO₂ engendré par la combustion de ce CH₄.

6. OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS

L'étude approfondie des systèmes de compensation de réduction des GES actuellement en vigueur ou dont la mise en œuvre était prévisible au début de la réalisation de ce travail, permet de dégager deux observations quant au fonctionnement général de ces systèmes et de formuler dix recommandations quant à la réalisation de projets de compensatoires dans le contexte des municipalités du Québec ainsi que relativement au fonctionnement général des systèmes compensatoires.

6.1 Observation #1 : Nécessité d'un cadre réglementaire

Dans un premier temps, il importe de relever l'imaturité du marché des droits d'émissions au Canada relevant des systèmes de compensation de réduction des GES. Alors que ce manque de maturité du marché s'exprime clairement par l'inexistence d'un système de compensation à proprement parler canadien, la cause fondamentale en est le manque de volonté politique sur la question au niveau fédéral. Le seul système actuellement fonctionnel et accessible aux entreprises et organisations canadiennes étant CCX, un système de réduction des émissions dont l'admission se fait sur une base volontaire et dont la valeur des efforts de réduction n'est que symbolique (prix variant historiquement entre 2 US \$ et 5 US \$ par tonne de CO₂ équivalent). L'absence d'objectifs contraignants de réduction des émissions de GES valable tant au niveau canadien qu'américain et dont l'admission et les objectifs de réduction s'y rattachant ne se feraient pas sur une base volontaire mais plutôt par une obligation légale reposant sur un cadre réglementaire strict, a comme conséquence d'inciter les organisations émettrices de GES à l'inaction et au maintien du *statut quo*.

Au point de vue économique, cette situation a comme conséquence de ne pas stimuler la demande de droits d'émissions sur l'unique marché au carbone accessible au Canada, résultant en un faible prix pour ces droits d'émission. Puisque le prix de ces droits représente, pour l'entreprise vendant ces droits, une compensation pour les efforts de réduction mis en œuvre, le prix représente une variable critique pour l'intérêt des promoteurs et pour la réalisation de projets de réduction des GES. Ainsi, un prix bas a comme conséquence de ne pas représenter un incitatif justifiant la réalisation de projets de réductions compensables. Inversement, un prix élevé résultera en une augmentation de l'offre de crédits et du nombre de projets réalisés. La raison en est fort simple : un prix unitaire élevé du crédit compensatoire

permettra de rentabiliser un plus grand nombre de projets et incitera de nouveaux joueurs à rejoindre le marché car leurs efforts de réduction des GES pourront être rentabilisés.

La mission première des systèmes de droits d'émission échangeables étant de permettre à un groupe d'organisations, via l'utilisation d'un marché, d'accomplir des réductions de GES au coût global le plus bas possible, un prix unitaire attrayant pour les promoteurs de projets de réduction semble être une condition essentielle au succès de ce type de système. Dans le même ordre d'idées, l'imposition aux émetteurs canadiens de GES d'un cadre réglementaire strict est toutefois une condition *sine qua non* à l'utilisation efficiente d'un système de compensation comme instrument économique dans la lutte aux changements climatiques. Un cadre réglementaire strict imposera aux émetteurs significatifs de GES de rejoindre le marché désigné et aura comme conséquence de grandement stimuler la mise en œuvre de projets de réduction des GES, et ce, tant chez les grands émetteurs que chez les émetteurs plus modestes. En effet, certains des émetteurs significatifs présenteront de grands potentiels de réductions de leurs émissions et pourront eux-mêmes réduire leurs émissions, d'autres importants émetteurs seront tentés, pour des raisons économiques, de compenser les réductions qu'ils ne pourront pas eux-mêmes effectuer par l'achat de crédits d'émissions. Le coût unitaire de réduction des émissions (coût monétaire associé à la réduction d'une tonne d'équivalent CO₂) variant d'une organisation à l'autre, il sera rentable pour certaines organisations de réduire leurs émissions de GES alors qu'il sera moins coûteux pour d'autres d'acheter des crédits compensatoires (réductions engendrées par une tierce organisation).

6.2 Observation #2 : Rentabilisation difficile des projets

Dans le cadre de ce travail, quatre projets de réduction des GES ont été étudiés afin de vérifier le niveau de rentabilité offert par les opérations de compensation pouvant en découler. Il en ressort que les opérations de compensation des projets de réduction des GES représentent des activités difficilement rentables pour les municipalités du Québec dans l'état actuel des choses. Les opérations de compensation font référence aux exigences et procédures administratives permettant la compensation des réductions via l'attribution de crédits d'émission. À cet effet, les frais exigés pour l'inscription, l'administration, la vérification et la certification des projets sont si importants que les revenus générés par la vente des crédits ne peuvent parfois qu'éponger ou amoindrir les frais financiers associés aux opérations de compensation. Dans certaines circonstances, les opérations de compensation peuvent même

comporter des risques financiers pour les municipalités du Québec. Certains des projets étudiés se sont en effet montrés déficitaires. En ce sens, chaque projet pouvant être mis en œuvre devrait être individuellement analysé afin de s'assurer du niveau de rentabilité offert par le projet question et d'évaluer le risque financier y étant associé.

Parmi les quatre projets de réduction des GES étudiés dans le cadre de ce travail, un seul s'est avéré nettement rentable et représentant une opportunité d'affaires intéressante. Deux de ces quatre projets se sont montrés, dans le contexte dans lequel ils ont été étudiés, incapables de générer des réductions de GES de manière à permettre leur rentabilisation. Le quatrième projet s'est pour sa part montré rentable dans certaines circonstances.

Tant le projet d'absorption du CO₂ par la croissance de la biomasse que celui relatif à l'utilisation de l'énergie géothermique dans la construction d'un parc de quatre bâtiments municipaux se sont montrés non rentables du point de vue de la compensation des réductions de GES engendrées. En effet, bien que le projet d'absorption du CO₂ par la biomasse puisse représenter un projet politiquement intéressant pour les élus municipaux, ce type de projet ne semble pas être économiquement rentable. Le prix unitaire du crédit compensatoire devant minimalement se situer à 390 \$ dans le cas du scénario le plus optimiste, il n'est pas suggéré de tenter de procéder à la compensation de tout projet associé à la plantation d'arbres en milieu urbain. Le projet d'utilisation de l'énergie géothermique permet de dégager des observations similaires. En effet, tous les scénarios étudiés engendrent des pertes financières. Les réductions de GES escomptées pour ce type de projet semblent nettement insuffisantes afin d'en permettre la rentabilisation. La compensation de ces types de projet devrait seulement être envisagée dans un contexte où les projets de plusieurs municipalités sont mis en commun ou si le prix du crédit compensatoire augmente significativement.

En ce qui regarde le projet de contrôle téléométrique d'une flotte de véhicules municipaux, celui-ci semble pouvoir être rentable sous certaines circonstances. En effet, la rentabilisation de ce type de projet semble possible dans la mesure où les économies de carburant sont importantes (efficacité de 25 %) ou si le prix unitaire du crédit compensatoire est élevé (14,96 \$). Dans les deux cas, la consommation de la municipalité mettant en œuvre ce type de projet doit être très importante afin de disposer d'un potentiel initial de réduction intéressant. En considérant uniquement les scénarios utilisant un prix unitaire proche de celui en vigueur (3,95 \$ et 4,25 \$), la compensation sur cinq ans est nécessaire afin de générer des bénéfices

anticipés de l'ordre de 4 000 \$ à 6 000 \$. Somme toute, la compensation de ce type de projet semble uniquement accessible aux municipalités disposant d'importants parcs de véhicules ou dans le cas d'une mise en commun par plusieurs municipalités de ce type de projet.

Dans le cas du projet de captage et de destruction des biogaz, il est le seul des quatre projets étudiés dont les résultats de la simulation ont indiqué une nette rentabilité. Les réductions de GES engendrées par ce type de projet sont si importantes que les revenus découlant de la vente des crédits d'émissions justifient à eux seuls la réalisation du projet. C'est par ailleurs le seul projet étudié dont tous les scénarios de prix et d'efficacité engendrent des bénéfices.

Somme toute, ce ne sont pas tous les projets de réduction des GES dont les opérations de compensation peuvent être rentabilisées avec succès. Les variables influant le plus la rentabilité des opérations de compensation sont les suivantes : le nombre de tonnes de CO₂ équivalent dont l'émission peut être évitée, le prix unitaire du crédit compensatoire et l'importance des coûts fixes devant être défrayés afin de pouvoir procéder à la compensation.

6.3 Recommandations

En fonction des informations obtenues, des connaissances acquises au cours de la réalisation de ce travail et à la lumière des analyses effectuées, il est possible de formuler les dix recommandations suivantes qui sont relatives aux projets de réduction des GES qui peuvent être mis en œuvre par les municipalités du Québec :

- a) Il est recommandé aux municipalités de privilégier la mise en œuvre de mesures dites sans regret, c'est-à-dire des projets se rentabilisant par l'économie d'énergie résultant de leur mise en œuvre. Du strict point de vue économique, ces mesures sont à privilégier car elles permettent de générer des économies récurrentes (les mêmes gains en efficacité énergétique engendrent des économies d'année en année). Bien que la rentabilisation de certains projets de réduction des GES soit difficilement réalisable dans l'état actuel des choses, il est possible pour les municipalités du Québec de mettre de l'avant des projets présentant à la fois des bénéfices économiques et environnementaux. Tel que préalablement discuté, la réalisation de certains projets d'efficacité énergétique peut générer des économies de part une baisse des quantités de carburants consommés (huiles No. 2, diesel, essence, électricité, etc.). Ces mêmes

réductions de carburants consommés vont aussi engendrer un bénéfice environnemental, soit une réduction des émissions de GES. Parmi les projets présentés au cinquième chapitre de ce travail, relevons les projets de construction d'un parc géothermique et de contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules municipaux. Ces projets, en plus de générer des réductions de GES pour les municipalités les mettant en œuvre, devraient permettre de réaliser des économies en termes d'achat de carburants. Une fois ces projets réalisés et rentabilisés, ils peuvent être compensés si l'évaluation économique peut en démontrer l'intérêt;

- b) Il est recommandé aux municipalités d'entamer des discussions relativement à la possibilité de mettre en commun leurs potentiels de réduction des GES afin d'en permettre une compensation rentable. La compensation des projets de réduction des GES dans le cadre offert par CCX pour les projets compensatoires (*offset projects*) nécessite l'atteinte d'un seuil minimal de 10 000 tonnes équivalent CO₂. Tel que l'étude de quatre projets compensatoires réalisables par les municipalités du Québec l'a mise en évidence au chapitre précédent de ce travail, l'atteinte de ce seuil semble difficilement réalisable, exception faite des projets de captage et de destruction des biogaz. CCX permet toutefois le regroupement de projets similaires afin procéder à leur compensation groupée. Ces discussions pourraient être entamées via les tables rondes, les colloques ou les assemblées annuelles des associations de regroupement des municipalités québécoises ou bien via le travail de réseautage d'un consultant externe;
- c) Il est recommandé aux municipalités du Québec de prioriser la réalisation des projets représentant un potentiel de compensation élevé. À cet effet, compte tenu du potentiel très élevé de réduction des émissions de GES que représente les projets de captage et de destruction des biogaz des sites d'enfouissement, il est recommandé de procéder à la mise en œuvre des projets de ce type dans la mesure où il est encore possible de le faire. Tel que mis en évidence au chapitre précédent, la rentabilisation de ce type de projet semble facilement réalisable, et ce, même en l'état actuel des choses;
- d) Compte tenu de l'état actuel du marché canadien des crédits compensatoires, il est recommandé aux municipalités et autres organisations de considérer sérieusement les projets capables de générer des réductions de 2 500 tonnes de CO₂ équivalent par an.

Ce seuil de 2 500 tonnes représente le nombre minimal de crédits devant être vendus à un prix de 4,00 \$US afin de rentabiliser les opérations de compensation d'un projet compensatoire sur un horizon d'un an. En ce sens, les projets incapables d'atteindre ce seuil, compte tenu du prix de 4, 00 \$US considéré, devraient être écartés. La mise en commun de projets similaires peut permettre aux plus petites municipalités et organisations d'atteindre ce seuil annuel critique;

- e) Il est recommandé aux municipalités et organisations détentrices de droits d'émissions de se prévaloir, si possible, du mécanisme de mise en banque (*banking mechanism*) au lieu de mettre en vente immédiatement leurs droits d'émission. Le mécanisme de mise en banque permet d'acquérir aujourd'hui des crédits d'émission et de les conserver afin de les mettre en vente au moment jugé opportun. Puisqu'un cadre réglementaire devrait être mis en œuvre par le gouvernement fédéral canadien au cours de l'année 2007, il est estimé que la demande de droits d'émissions devrait en conséquence être stimulée, faisant ainsi augmenter le prix unitaire desdits crédits. À ce mécanisme se pose toutefois le problème de la reconnaissance des crédits acquis dans des systèmes de compensation différents. À titre d'exemple, des crédits acquis aujourd'hui via CCX pourraient ne pas être reconnus échangeables dans un éventuel système canadien de compensation ou via les mécanismes de développement propre du Protocole de Kyoto;

- f) Il est recommandé aux municipalités d'étudier la rentabilité de chaque projet de manière individuelle. Les réductions de GES ainsi que les revenus pouvant être générés par un même type de projet vont varier en fonction de la municipalité initiant le projet et du moment auquel il sera mis en oeuvre. À titre d'exemple, un même projet de contrôle télémétrique d'une flotte de véhicules ne présentera assurément pas le même potentiel de réduction des GES s'il est effectué dans une municipalité de 20 000 habitants comptant 50 véhicules que s'il est réalisé dans une ville de 150 000 personnes comptant dix fois plus de véhicules. Le moment pendant lequel est effectué le projet peut également influencer la rentabilité d'un projet. Les revenus qui seront générés par un même nombre de crédits vendus varieront en fonction du prix auquel seront transigés les crédits. Pour cette raison, il est recommandable d'étudier la rentabilité associée à la réalisation de chaque projet en fonction des variables lui étant spécifiques (prix du crédit et potentiel de réduction) ;

- g) Il est recommandé aux municipalités ainsi qu'aux autres organisations intéressées aux questions relatives aux changements climatiques de presser les échelons de gouvernements, en particulier le gouvernement fédéral, d'utiliser les outils législatifs à leur disposition afin de réglementer de manière stricte les émissions de GES et de favoriser la mise en place d'un système contraignant de réduction des émissions de GES au Canada. La mise en place d'un système contraignant de réduction des GES implique l'établissement d'objectifs clairs et précis modulés en fonction de l'importance relative de chaque province et de chaque secteur économique aux émissions actuelles de GES au Canada;
- h) Pour faire suite à la recommandation précédente, il est recommandé d'utiliser la Bourse du Climat de Montréal liée à CCX afin de créer un marché fonctionnel d'échange des droits d'émissions. Il est suggéré d'utiliser cette structure privée nouvellement créée mais pas encore fonctionnelle afin de faciliter les transactions de droits d'émissions échangeables assujetties à un système légalement contraignant supervisé et réglementé par le gouvernement fédéral. Cette approche permettrait d'utiliser une structure privée, en l'occurrence la Bourse du Climat de Montréal, afin de mettre en œuvre une politique publique et pourrait représenter un compromis économiquement efficace pour les contribuables canadiens.

CONCLUSION

L'évolution des quantités de GES émises à l'atmosphère préoccupe de plus de plus tant les différents paliers de gouvernement que la population générale. Certaines activités anthropiques, notamment la combustion de combustibles fossiles, sont directement associées à la progression des émissions de GES. C'est dans l'objectif d'associer un coût monétaire à l'émission dans l'atmosphère de GES que les systèmes de droits d'émission échangeables ont été proposés et ensuite mis de l'avant. La mise en œuvre de ces systèmes représente à la fois une opportunité d'affaires et une potentielle charge financière supplémentaire pour les organisations émettrices de GES.

Puisque les villes et municipalités sont responsables d'activités émettant des GES, ces organisations peuvent dès maintenant, de manière volontaire, prendre part à certains de ces mécanismes de réduction des GES afin de voir être compensés leurs efforts de réduction des GES. En fonction des orientations qui seront privilégiées par le gouvernement fédéral, il est possible que certaines organisations soient, dans un avenir relativement proche, contraintes de participer à ces systèmes visant la réduction des émissions de GES.

Cet essai cherchait à identifier les activités émettrices de GES de juridiction municipale dont la réduction peut représenter un potentiel de compensation économiquement intéressant. Cette analyse a été menée en fonction des systèmes de compensation leur étant accessibles en date de mars 2006. À cet effet, il s'est avéré que parmi les trois mécanismes de compensation présentés et décrits dans le cadre de cet essai, un seul est, dans l'état actuel des choses, fonctionnel et accessible pour les municipalités du Québec : il s'agit de la Bourse du Climat de Chicago.

Une fois les généralités relatives aux changements climatiques et au contexte particulier du Canada présentés et les trois mécanismes de compensation décrits, quatre projets de réduction des émissions de GES ont été analysés en fonction des possibilités offertes par la Bourse de Chicago. Les projets analysés ont été retenus car ils sont représentatifs de ceux pouvant être mis en œuvre par la majorité des villes et municipalités du Québec. L'analyse des projets a permis de relever que la compensation des réductions, dans trois cas sur quatre, peut représenter un réel risque financier pour les municipalités tentant de procéder à la compensation des réductions de GES accomplies.

Certains facteurs expliquent que les opérations de compensation des réductions de GES représentent des opérations difficilement rentables pour les municipalités. Dans un premier temps, le potentiel brut de réduction des émissions de GES des municipalités québécoises est relativement faible. Dans la majorité des cas, les villes et municipalités ne sont directement responsables que d'une quantité limitée d'émissions de GES. En second lieu, la faible valeur monétaire à laquelle se transigent les droits d'émission a comme impact direct de réduire les revenus générés par les activités de compensation. L'association de ces deux facteurs, c'est-à-dire des volumes de réduction des GES restreints et un prix de vente faible, explique que la majorité des projets, dans l'état actuel des choses, est difficilement compensable de manière rentable.

La compensation rentable des projets de réduction des émissions de GES peut toutefois, dans certaines circonstances, être un exercice rentable. En effet, les municipalités disposant de sites d'enfouissement sous leur juridiction peuvent profiter d'un potentiel de réduction plus important en raison des importantes émissions de GES engendrées par la dégradation en mode anaérobie des déchets de nature organique. L'analyse a démontré que la compensation de la réduction des émissions produites par les sites d'enfouissement peut représenter une activité hautement rentable. Parmi les quatre projets étudiés, le seul démontrant une nette rentabilité est celui associé au captage et à la destruction des biogaz, et ce, en dépit des conditions défavorables présentées au paragraphe précédent.

La seconde alternative possible afin de rendre plus intéressante la compensation des projets de compensation réside dans la mise en commun des projets. La mise en commun de projets similaires réalisés par des municipalités distinctes est en effet possible à la Bourse de Chicago. L'agglomération de projets peut donner l'opportunité à des municipalités disposant de potentiels de réduction modestes de procéder à la compensation des réductions effectuées. Cette mise en commun est toutefois conditionnelle à un effort de coordination important de la part des villes et municipalités intéressées.

Le domaine des GES et des projets de réduction des GES est en pleine mouvance. Pour cette raison, il est important de se garder au courant des changements pouvant se produire dans ce domaine. Des transformations importantes sont attendues au niveau de l'approche et de réglementation fédérale relative aux changements climatiques et à la maîtrise des émissions de GES. Ces changements pourraient grandement stimuler le marché au carbone canadien.

RÉFÉRENCES

- Avis d'intention pour réglementer les émissions des GES qui seront produites par les GEF, Gazette du Canada, partie 1, vol. 139, no 29, 16 juillet 2005.
- CARDINAL, F. (2006). Petit insecte, grande menace, La Presse (Montréal), 15 mars, pages A1-A3.
- COALITION CANADIENNE DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE (CCG) (2006a). Fonctionnement d'un système géothermique, <http://www.geo-exchange.ca/fr/whatisgeo/howitworks.htm>. Consulté le 10 octobre 2006.
- COALITION CANADIENNE DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE (CCG) (2006b). La boucle, <http://www.geo-exchange.ca/fr/whatisgeo/loop.htm>. Consulté le 10 octobre 2006.
- COALITION CANADIENNE DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE (CCG) (2006c). Température d'équilibre, <http://www.geo-exchange.ca/fr/whatisgeo/balance.htm>. Consulté le 10 octobre 2006.
- COALITION CANADIENNE DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE (CCG) (2006d). Installation, <http://www.geo-exchange.ca/fr/whatisgeo/installation.htm>. Consulté le 10 octobre 2006.
- COMEAU, R. (2006). Communication personnelle. Directeur, Régie de Gestion des Matières Résiduelles de la Mauricie.
- CCX, (2004). The Chicago Accord, 16 pages, document disponible à l'adresse suivante : <http://www.chicagoclimatex.com/info/rulebook.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2005a). 2004 Final compliance report, <http://www.chicagoclimatex.com/environment/compliance.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2005b). Members of the CCX, <http://www.chicagoclimatex.com/about/members.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2005c). Offset projects, <http://www.chicagoclimatex.com/environment/offsets.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2005d). Program, <http://www.chicagoclimatex.com/about/program.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2006a). CCX Advisory 2006-01, 1 page, document disponible à l'adresse suivante : <http://www.chicagoclimatex.com/info/advisories.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2006b). CCX Agricultural Methane Emission Offsets, 2 pages, document disponible à l'adresse suivante : http://www.chicagoclimatex.com/environment/offsets/offset_project_types.html. Consulté le 1er mai 2006.

- CCX, (2006c). CCX Agricultural Soil Carbon Offsets, 2 pages, document disponible à l'adresse suivante : http://www.chicagoclimatex.com/environment/offsets/offset_project_types.html. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2006d). CCX Forestry Carbon Emission Offsets, 2 pages, document disponible à l'adresse suivante : http://www.chicagoclimatex.com/environment/offsets/offset_project_types.html. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2006e). CCX Landfill Methane Emission Offsets, 2 pages, document disponible à l'adresse suivante : http://www.chicagoclimatex.com/environment/offsets/offset_project_types.html. Consulté le 1er mai 2006.
- CCX, (2006f). CCX Market Report, volume 3, numéro 3, avril 2006, 1 page, document disponible à l'adresse suivante : <http://www.chicagoclimatex.com/news/publications.html>. Consulté le 1er mai 2006.
- Décret d'inscription de substances toxiques à l'annexe 1 de la LCPE (1999), Gazette du Canada, partie 2, vol. 139, no 24, 21 novembre 2005.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2005a). Inventaire canadien des gaz à effet de serre : 1990-2003, Gatineau, 355 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2005b). Grands émetteurs finaux, http://www.ec.gc.ca/lfe-gef/home-lfe_f.htm. Consulté le 1er mars 2006.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2005c). Système de compensations pour les GES : un aperçu, Ottawa, 10 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2005d). Système de compensations pour les GES : document technique sur le fonctionnement du système de compensation, Ottawa, 46 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2004). Relations internationales : accords multilatéraux, http://www.ec.gc.ca/international/multilat/ccnucc_f.htm. Consulté le 1er mars 2006.
- ETL ELECTRONIQUE (2006). Portrait d'un grand dompteur de flotte, <http://www.etelectronique.com/fr/fs01/camauto.jpg>. Consulté le 14 octobre 2006.
- GIEC (2001). Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité, Contribution du Groupe de travail II au troisième rapport d'évaluation du GIEC, Genève, Organisation météorologique mondiale et Programme des Nations Unies pour l'environnement, 97 pages.
- GIEC (2001). Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques, Contribution du Groupe de travail I au troisième rapport d'évaluation du GIEC, Genève, Organisation météorologique mondiale et Programme des Nations Unies pour l'environnement, 90 pages.
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2001). Troisième rapport national du Canada sur les changements climatiques, Ottawa, 154 pages.

- GOUVERNEMENT DU CANADA (2005). Aller de l'avant pour contrer les changements climatiques : un plan pour honorer notre engagement de Kyoto, Ottawa, 48 pages.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2004). Guide de bonnes pratiques : La réduction des émissions de GES et l'aménagement du territoire, Québec, 71 pages.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2006). Les institutions politiques, <http://www.gouv.qc.ca/wps/portal/pgs/commun/portrait/politique?lang=fr>. Consulté le 23 mars 2006.
- LAST, J.-M. et CHIOTTI, Q. (2001). Les changements climatiques et la santé, ISUMA, hiver 2001, pages 66-74.
- Loi canadienne de protection de l'environnement (1999), L.C. 1999, chapitre 33.
- Loi sur la Communauté urbaine de Montréal, L.R.Q., chapitre C-37.2.
- Loi sur la Communauté urbaine de Québec, L.R.Q., chapitre C-37.3.
- Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, L.R.Q., chapitre A-19.1.
- Loi sur les compétences municipales, L.R.Q., chapitre C-47.1.
- MDDEP, (2005). Guide relatif à la construction sur un lieu d'élimination désaffecté, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/construction/guide-construction-desaffecte.pdf>, 74 pages. Consulté le 17 septembre 2006.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES DU CANADA (2005a). Activités mises en application conjointement, <http://www.dfait-maeci.gc.ca/cdm-ji/activites-fr.asp>. Consulté le 19 juin 2006.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES DU CANADA (2005b). Application conjointe, <http://www.dfait-maeci.gc.ca/cdm-ji/joint-fr.asp>. Consulté le 19 juin 2006.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES DU CANADA (2005c). Foire aux questions sur le MDP et l'AC, <http://www.dfait-maeci.gc.ca/cdm-ji/faq-fr.asp>. Consulté le 19 juin 2006.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES DU CANADA (2005d). Mécanisme pour un développement propre, <http://www.dfait-maeci.gc.ca/cdm-ji/cleandev-fr.asp>. Consulté le 19 juin 2006.
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES (2006). Emissions Trading, <http://unfccc.int/kyoyomechanisms/emissionstrading/items/2731.php>. Consulté le 15 juillet 2006.
- PAQUIN, M. (2004). Droit de l'environnement : notes de cours, Université de Sherbrooke, 78 pages.
- POULIN, P. (2006). Communication personnelle. Directeur régional, Direction régionale de l'Estrie, Ministère des Affaires municipales et des Régions du Québec.

POUNDS, A. *et al* (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming, *Nature*, vol. 437, no 7073, pages 161-167.

QUÉBECPOLITIQUE.COM (2004). Municipalités, <http://www.quebecpolitique.com/systemepolitique/local1.html#>. Consulté le 23 mars 2006.

RESSOURCES NATURELLES CANADA (2006). Pensons bon sens au volant : la conduite et l'entretien préventif de votre véhicule, <http://oeenrcan.gc.ca/transports/personnel/conduite/bon-sens-au-volant-entretien.cfm?attr=8>. Consulté le 14 octobre 2006.

ROULET, R. et FREEDMAN, B., (1999). Le rôle des arbres dans la réduction du CO₂ dans l'atmosphère, Ottawa, 13 pages.

Service de Météorologie du Canada (2005). Les gaz à effet de serre visés par le Protocole de Kyoto et la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999 : synthèse des éléments scientifiques pertinents issus du troisième Rapport d'évaluation du GIEC dans le contexte de l'article 64 de la LCPE, Ottawa, 41 pages.

UNITED STATES DEPARTEMENT OF ENERGY (2005). Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network, <http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/co2/maunaloa.co2>. Consulté le 1er mars 2006.

**ANNEXE 1 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet
d'absorption de CO₂ par la croissance de la biomasse**

Tableau d'analyse du seuil de rentabilité-Compensation des réductions sur 1 an (2006)					
Scénario (Prix)		1	2	3	4
Nombre de crédits engendrés		4	11	18	26
Point mort (Prix du crédit)		2 727,28 \$	909,09 \$	545,46 \$	389,61 \$
Scénario (Volume)		500	1 500	2 500	3 500
Prix offert pour le crédit d'émission		3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)		2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)		69220%	21441%	10409%	2606%
Revenus générés	Prix du crédit	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Hypothèse 1	3,95 \$	14,48 \$	43,45 \$	72,42 \$	101,38 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	15,58 \$	46,75 \$	77,92 \$	109,08 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	19,25 \$	57,75 \$	96,25 \$	134,75 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	54,85 \$	164,56 \$	274,27 \$	383,97 \$
Rentabilité des projets		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Hypothèse 1	3,95 \$	(9 985,55) \$	(9 956,66) \$	(9 927,77) \$	(9 898,87) \$
Hypothèse 2	4,25 \$	(9 984,45) \$	(9 953,36) \$	(9 922,27) \$	(9 891,17) \$
Hypothèse 3	5,25 \$	(9 980,79) \$	(9 942,36) \$	(9 903,93) \$	(9 865,51) \$
Hypothèse 4	14,96 \$	(9 945,18) \$	(9 835,55) \$	(9 725,92) \$	(9 616,28) \$
(1) Taux de compensation par arbre par année pour les 80 premières années après la plantation (tonnes de CO2 équivalent) :					0,009166667
(2) Nombre d'arbres nécessaires afin d'atteindre le seuil minimal de 10 000 tonnes eq. CO2 :					1090909,091
		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Nombre d'arbres plantés		500	1500	2500	3500
Absorptions engendrées (tonnes CO2 eq. Par an)		5	14	23	32
Mise en réserve obligatoire de 20% des crédits		1	3	5	6
Nombre de crédits compensables		4	11	18	26

**ANNEXE 2 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet de
contrôle téléométrique d'une flotte de véhicules**

Tableau d'analyse du seuil de rentabilité-Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010)					
Scénario (Prix)		1	2	3	4
Nombre de crédits engendrés		2 174	3 872	5571	7269
Point mort (Prix du crédit)		11,50 \$	6,46 \$	4,49 \$	3,44 \$
Scénario (Volume)		10%	15%	20%	25%
Prix offert pour le crédit d'émission		3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)		6 345	5 896	4 771	1 672
Taux d'effort (%)		292%	152%	86%	23%
Revenus générés					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	8 586,87	15 295,37	22 003,86 \$	28 712,36 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	9 239,04	16 457,04	23 675,04 \$	30 893,05 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	11 412,93	20 329,29	29 245,64 \$	38 162,00 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	32 521,43	57 928,79	83 336,15 \$	108 743,52 \$
Rentabilité des projets					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	(16 434,87) \$	(9 743,35) \$	(3 051,84) \$	3 639,67 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	(15 782,70) \$	(8 581,68) \$	(1 380,66) \$	5 820,36 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	(13 608,81) \$	(4 709,43) \$	4 189,94 \$	13 089,31 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	7 499,69 \$	32 890,07 \$	58 280,45 \$	83 670,83 \$
Compensation des réductions de GES en inscrivant l'organisation comme membre					
		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Taux d'efficacité		10%	15%	20%	25%
Réduction minimale à accomplir : 2006		82	82	82	82
Réductions compensables (tonnes) : 2006		598	937	1277	1617
Réduction minimale à accomplir : 2007		163	163	163	163
Réductions compensables (tonnes) : 2007		516	856	1196	1535
Réduction minimale à accomplir : 2008		245	245	245	245
Réductions compensables (tonnes) : 2008		435	774	1114	1454
Réduction minimale à accomplir : 2009		326	326	326	326
Réductions compensables (tonnes) : 2009		353	693	1033	1372
Réduction minimale à accomplir : 2010		408	408	408	408
Réductions compensables (tonnes) : 2010		272	611	951	1291
Total des réductions minimales à accomplir		1223	1223	1223	1223
Total des réductions compensables		2174	3872	5571	7269

Calcul du niveau de référence (moyenne 1998-2002)					
Émissions résultant de la combustion		3 318,27			
Émissions résultant de la combustion de diesel		3 475,14			
Émissions de CO2 équivalent (tonnes)		6 793,41			
Scénario :					
Taux d'efficacité		10%	15%	20%	25%
Réductions annuelles des émissions (tonnes de CO2 eq.)		679,3	1 019,0	1 358,7	1 698,4
Consommation actuelle de carburant de la flotte de véhicules					
Carburant	Essence	Diesel	Total		
Consommation actuelle - véhicules municipaux	481 002,8	1 118 438,3	1 599 441,00		
Consommation actuelle - Services de police et des incendies	672 376,5	97 496,3	769 872,75		
Consommation actuelle totale-2004 (litres)	1 153 379,3	1 215 934,5	2 369 313,75		
Taux d'émission (tonnes/litre)	0,002877	0,002858	NSP		
Émission GES (tonnes CO2 équivalent)	3 318,27	3 475,14	6 793,41		
Tableau des calculs					
Consommation : Efficacité 10%	1 038 041,33	1 094 341,05	2 132 382,38		
Émission GES : Efficacité 10%	2 986,44	3 127,63	6 114,07		
Consommation : Efficacité 15%	980 372,36	1 033 544,33	2 013 916,69		
Émission GES : Efficacité 15%	2 820,53	2 953,87	5 774,40		
Consommation : Efficacité 20%	922 703,40	972 747,60	1 895 451,00		
Émission GES : Efficacité 20%	2 654,62	2 780,11	5 434,73		
Consommation : Efficacité 25%	865 034,44	911 950,88	1 776 985,31		
Émission GES : Efficacité 25%	2 488,70	2 606,36	5 095,06		

Compensation des réductions de GES en effectuant le projet comme projet de réduction compensatoire (Offset)					
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	
Taux d'élimination (efficacité)	10%	15%	20%	25%	
Réductions compensables (tonnes)	679,3	1019,0	1358,7	1698,4	
Tableau d'analyse du seuil de rentabilité-Compensation des réductions sur 1 an (2006)					
Scénario (Prix)	1	2	3	4	
Nombre de crédits engendrés	679	1 019	1 359	1 698	
Point mort (Prix du crédit)	14,72 \$	9,81 \$	7,36 \$	5,89 \$	
Scénario (Volume)	10%	15%	20%	25%	
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$	
Point mort (Volume des crédits)	2 538	2 358	1 908	669	
Taux d'effort (%)	374%	231%	140%	39%	
Revenus générés					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	2 683,40 \$	4 025,10 \$	5 366,80 \$	6 708,50 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	2 887,20 \$	4 330,80 \$	5 774,40 \$	7 218,00 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	3 566,54 \$	5 349,81 \$	7 133,08 \$	8 916,35 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	10 162,95 \$	15 244,42 \$	20 325,89 \$	25 407,36 \$
Rentabilité des projets					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	(7 323,40) \$	(5 985,09) \$	(4 646,79) \$	(3 308,49) \$
Hypothèse 2	4,25 \$	(7 119,59) \$	(5 679,39) \$	(4 239,19) \$	(2 798,98) \$
Hypothèse 3	5,25 \$	(6 440,25) \$	(4 660,38) \$	(2 880,50) \$	(1 100,63) \$
Hypothèse 4	14,96 \$	156,15 \$	5 234,23 \$	10 312,30 \$	15 390,38 \$

**ANNEXE 3 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet
d'utilisation de l'énergie géothermique**

Tableau d'analyse du seuil de rentabilité-Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010)					
Scénario (Prix)		1	2	3	4
Volume des crédits d'émission		373	126	507	541
Point mort (Prix du crédit)		67,01 \$	197,89 \$	49,27 \$	46,21 \$
Scénario (Volume)		1	2	3	4
Prix offert pour le crédit d'émission		3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)		6 345	5 896	4 771	1 672
Taux d'effort (%)		1701%	4667%	940%	309%
Revenus générés					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	1 473,62	499,02	2 004,46	2 137,17
Hypothèse 2	4,25 \$	1 585,54	536,92	2 156,70	2 299,49
Hypothèse 3	5,25 \$	1 958,61	663,26	2 664,15	2 840,54
Hypothèse 4	14,96 \$	5 581,11	1 889,97	7 591,57	8 094,19
Rentabilité des projets					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	(23 530,11) \$	(24 502,24) \$	(23 000,62) \$	(22 868,24) \$
Hypothèse 2	4,25 \$	(23 418,19) \$	(24 464,34) \$	(22 848,38) \$	(22 705,93) \$
Hypothèse 3	5,25 \$	(23 045,12) \$	(24 338,01) \$	(22 340,92) \$	(22 164,87) \$
Hypothèse 4	14,96 \$	(19 422,62) \$	(23 111,30) \$	(17 413,50) \$	(16 911,22) \$
Besoins énergétiques actuels-Géothermie 0%					
Source d'énergie	Géothermie	Gaz Naturel (M3)	Mazout #2 (L)	Électricité (kWh)	Total
Garage Municipal		32 499	-		
Centre de services récréatifs et communautaires		-	16 395		
Hotel de Ville		20 403	-		
Caserne de Pompiers		9 388	-		
Consommation actuelle totale (volume)	-	62 290	16 395	-	NSP
Taux d'émission (tonnes/volume)	-	0,0019	0,0028	0,00021	NSP
Émissions Actuelles (tonnes CO2 équivalent)	-	117,54	46,48	-	164,02
Consommation actuelle (GJ)	-	2 360,17	634,16	-	2 994,33

Besoins énergétiques anticipés-Géothermie 100%					
Source d'énergie	Géothermie	Gaz Naturel (M3)	Mazout #2 (L)	Électricité (kWh)	Total
Consommation anticipée (volume)	-	-	-	237 645,28	NSP
Taux d'émission (tonnes/volume)	-	0,0019	0,0028	0,00021	NSP
Émissions Anticipées (tonnes CO2 équivalent)	-	-	-	49,91	49,91
Consommation anticipée (GJ)	9 795,08	-	-	-	9 795,08
Besoins énergétiques anticipés-Géothermie 95%					
Source d'énergie	Géothermie	Gaz Naturel (M3)	Mazout #2 (L)	Électricité (kWh)	Total
Consommation anticipée (volume)	-	1 975,67	1 935,32	225 763,02	NSP
Taux d'émission (tonnes/volume)	-	0,0019	0,0028	0,00021	NSP
Émissions Anticipées (tonnes CO2 équivalent)	-	3,73	5,49	47,41	56,62
Consommation anticipée (GJ)	2 844,61	74,86	74,86	-	2 994,33
Besoins énergétiques anticipés-Géothermie 85%					
Source d'énergie	Géothermie	Gaz Naturel (M3)	Mazout #2 (L)	Électricité (kWh)	Total
Consommation anticipée (volume)	-	19 388,52	18 992,53	201 998,49	NSP
Taux d'émission (tonnes/volume)	-	0,0019	0,0028	0,00021	NSP
Émissions Anticipées (tonnes CO2 équivalent)	-	36,59	53,84	42,42	132,85
Consommation anticipée (GJ)	8 325,82	734,63	734,63	-	9 795,08

Besoins énergétiques anticipés-Géothermie 75%					
Source d'énergie	Géothermie	Gaz Naturel (M3)	Mazout #2 (L)	Électricité (kWh)	Total
Consommation anticipée	-	9 878,37	9 676,61	178 233,96	NSP
Taux d'émission (tonnes/volume)	-	0,0019	0,0028	0,00021	NSP
Émissions Anticipées (tonnes CO2 équivalent)	-	18,64	27,43	37,43	83,50
Consommation anticipée (GJ)	2 245,75	374,29	374,29	-	2 994,33
Calcul du niveau de référence (moyenne 1998-2002)					
Combustion de gaz naturel		117,54			
Combustion de mazout		46,48			
Émissions de CO2 équivalent (tonnes)		164,02			
Compensation des réductions de GES en inscrivant l'organisation comme membre					
Utilisation de la Géothermie	75%	85%	95%	100%	
Réduction minimale à accomplir :	1,97	1,97	1,97	1,97	
Réductions compensables (tonnes) : 2006	78,55	29,20	105,43	112,15	
Réduction minimale à accomplir : 2007	3,94	3,94	3,94	3,94	
Réductions compensables (tonnes) : 2007	76,58	27,24	103,46	110,18	
Réduction minimale à accomplir : 2008	5,90	5,90	5,90	5,90	
Réductions compensables (tonnes) : 2008	74,61	25,27	101,49	108,21	
Réduction minimale à accomplir : 2009	7,87	7,87	7,87	7,87	
Réductions compensables (tonnes) : 2009	72,65	23,30	99,52	106,24	
Réduction minimale à accomplir : 2010	9,84	9,84	9,84	9,84	
Réductions compensables (tonnes) : 2010	70,68	21,33	97,56	104,27	
Total des réductions minimales à accomplir	29,52	29,52	29,52	29,52	
Total des réductions compensables	373,07	126,33	507,46	541,06	
Utilisation de la Géothermie	75%	85%	95%	100%	
Réductions annuelles des émissions (tonnes de CO2)	80,5	31,2	107,4	114,1	

Tableau d'analyse du seuil de rentabilité					
Scénario (Prix)		1	2	3	4
Volume des crédits d'émission		81	31	107	114
Point mort (Prix du crédit)		124,20 \$	320,80 \$	93,11 \$	87,63 \$
Scénario (Volume)		1	2	3	4
Prix offert pour le crédit d'émission		3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)		2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)		3152%	7566%	1777%	586%
Revenus générés					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	318,05	123,13	424,22	450,76
Hypothèse 2	4,25 \$	342,20	132,48	456,43	484,99
Hypothèse 3	5,25 \$	422,72	163,65	563,83	599,11
Hypothèse 4	14,96 \$	1 204,56	466,33	1 606,65	1 707,17
Rentabilité des projets					
	Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	(9 682,76) \$	(9 877,18) \$	(9 576,86) \$	(9 550,38) \$
Hypothèse 2	4,25 \$	(9 658,60) \$	(9 867,83) \$	(9 544,64) \$	(9 516,15) \$
Hypothèse 3	5,25 \$	(9 578,08) \$	(9 836,66) \$	(9 437,24) \$	(9 402,03) \$
Hypothèse 4	14,96 \$	(8 796,25) \$	(9 533,98) \$	(8 394,42) \$	(8 293,97) \$

ANNEXE 4 : Résultats bruts de l'analyse de potentiel de rentabilité du projet de captage et destruction des biogaz

Tableau d'analyse du seuil de rentabilité-Compensation des réductions sur 5 ans (2006-2010)				
Scénario (Prix)	1	2	3	4
Volume des crédits d'émission	366 427	420 597	476 442	532 287
Point mort (Prix du crédit)	0,07 \$	0,06 \$	0,05 \$	0,05 \$
Scénario (Volume)	70%	80%	90%	100%
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	6 345	5 896	4 771	1 672
Taux d'effort (%)	2%	1%	1%	0%
Revenus générés				
	Prix du crédit			
Hypothèse 1	3,95 \$	1 447 388,03 \$	1 661 358,15 \$	1 881 945,90 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	1 557 316,24 \$	1 787 537,25 \$	2 024 878,50 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	1 923 743,59 \$	2 208 134,25 \$	2 501 320,50 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	5 481 753,16 \$	6 292 131,12 \$	7 127 572,32 \$
Rentabilité des projets				
	Prix du crédit			
Hypothèse 1	3,95 \$	1 418 723,76 \$	1 632 152,18 \$	1 852 181,48 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	1 528 651,96 \$	1 758 331,28 \$	1 995 114,08 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	1 895 079,31 \$	2 178 928,28 \$	2 471 556,08 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	5 453 088,88 \$	6 262 925,15 \$	7 097 807,90 \$
(1) Taux de compensation (18,25 tonnes de CO2/tonne de CH4 détruit) selon CCX :				18,25
(2) Émissions annuelles de méthane pour le site en tonnes :				6 120,00
			Total	111 690,00

Compensation des réductions de GES en inscrivant l'organisation comme membre				
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Taux d'élimination (efficacité)	70%	80%	90%	100%
Réduction minimale à accomplir : 2006	1 744	1 744	1 744	1 744
Réductions compensables (tonnes) : 2006	76 774	87 608	98 777	109 946
Réduction minimale à accomplir : 2007	3 488	3 488	3 488	3 488
Réductions compensables (tonnes) : 2007	75 030	85 864	97 033	108 202
Réduction minimale à accomplir : 2008	5 233	5 233	5 233	5 233
Réductions compensables (tonnes) : 2008	73 285	84 119	95 288	106 457
Réduction minimale à accomplir : 2009	6 977	6 977	6 977	6 977
Réductions compensables (tonnes) : 2009	71 541	82 375	93 544	104 713
Réduction minimale à accomplir : 2010	8 721	8 721	8 721	8 721
Réductions compensables (tonnes) : 2010	69 797	80 631	91 800	102 969
Total des réductions minimales à accomplir	26 163	26 163	26 163	26 163
Total des réductions compensables	366 427	420 597	476 442	532 287
Calcul du niveau de référence (moyenne 1998-2002)				
Émissions de biogaz (m3 de gaz)	18 000 000			
Émissions de CO2 (tonnes)	16 830			
Émissions de CH4 (tonnes)	6 120			
Émissions de CO2 équivalent (tonnes)	145 350			

Compensation des réductions de GES en effectuant le projet comme projet de réduction compensatoire (Offset)				
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Taux d'élimination (efficacité)	70%	80%	90%	100%
Réductions compensables (tonnes)	78518	89352	100521	111690
Tableau d'analyse du seuil de rentabilité-Compensation des réductions sur 1 an (2006)				
Scénario (Prix)	1	2	3	4
Volume des crédits d'émission	78 518	89 352	100 521	111 690
Point mort (Prix du crédit)	0,13 \$	0,11 \$	0,10 \$	0,09 \$
Scénario (Volume)	70%	80%	90%	100%
Prix offert pour le crédit d'émission	3,95 \$	4,25 \$	5,25 \$	14,96 \$
Point mort (Volume des crédits)	2 538	2 358	1 908	669
Taux d'effort (%)	3%	3%	2%	1%
Revenus générés Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	310 146,38 \$	352 940,40 \$	397 057,95 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	333 701,80 \$	379 746,00 \$	427 214,25 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	412 219,87 \$	469 098,00 \$	527 735,25 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	1 174 630,33 \$	1 336 705,92 \$	1 503 794,16 \$
Rentabilité des projets Prix du crédit				
Hypothèse 1	3,95 \$	299 361,20 \$	342 046,88 \$	386 052,74 \$
Hypothèse 2	4,25 \$	322 916,62 \$	368 852,48 \$	416 209,04 \$
Hypothèse 3	5,25 \$	401 434,69 \$	458 204,48 \$	516 730,04 \$
Hypothèse 4	14,96 \$	1 163 845,15 \$	1 325 812,40 \$	1 492 788,95 \$
(1) Taux de compensation (18,25 tonnes de CO2/tonne de CH4 détruit) selon CCX :				18,25
(2) Émissions annuelles de méthane pour le site en tonne				6120
			Total	111690

ANNEXE 5 : Données générales utilisées dans analyse de potentiel de rentabilité des projets de réduction des émissions de GES

Scénario de l'inscription du projet en tant que projet de réduction compensatoire			
Hypothèse	Prix du crédit	Seuil de rentabilité (Point Mort)	
1*	3,95 \$	2 538	*CCX (6 octobre 2006)
2	4,25 \$	2 358	
3	5,25 \$	1 908	
4**	14,96 \$	669	**ECX (6 octobre 2006)
Coûts fixes (CF) :			
1	Coût d'inscription (CCX)	5 000,00 \$	
2	Coût d'enregistrement (registre)	4 000,00 \$	
3	Coût de vérification (Audit)	1 000,00 \$	
4	Autres		
	Coûts Fixes totaux	10 000,00 \$	
Coûts variables (CV) :			
1	Coût de transaction (par tonne transigée)	0,01 \$	
2	Autres		
	Coûts variables totaux	0,01 \$	
Coût unitaire total d'obtention (CF+CV)		10 000,01 \$	