

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉVOLUTION ET STRUCTURATION DU MARCHÉ DES CRÉDITS
COMPENSATOIRES D'ÉMISSIONS DE CARBONE AU QUÉBEC ENTRE
1999 ET 2015 : UNE ANALYSE DES RÉSEAUX

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
JOHAN RATOAVINARIVO

NOVEMBRE 2018

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier à remercier monsieur René Audet, directeur de recherche, d'avoir accepté de confier la réalisation de ce projet de recherche à un absolu novice. Sa patience et son accessibilité furent sans faille tout au long de ce périple. Je désire remercier ensuite monsieur Jacques Papy pour le partage de ses connaissances approfondies sur les permis d'émissions, ainsi que ses nombreux conseils en tant que chercheur expérimenté.

Je n'oublie pas madame Marie-Ève Rioux-Pelletier pour l'excellente formation au logiciel d'analyse de réseaux *UCINet*. Je pense aussi à madame Karine Oscarson, ainsi que messieurs Bertrand Fouss, Roman de Rafaelo et David Beaudoin dont les discussions directes ou indirectes m'ont éclairé tout au long de ce travail de recherche.

De bout en bout, ce travail de recherche s'est déroulé contre la montre pour cause de raisons personnels qui ont retardé son commencement de quatre mois. À cette époque, madame Alice Friser m'a permis de rattraper en douceur mon retard pour valider mon semestre et a fait preuve d'une grande patience malgré des échéances administratives très serrées. Je l'en suis grandement reconnaissant.

Je veux aussi remercier mes cousins Harry et Sylvain pour leur soutien indéfectible tout au long de ce travail de recherche. J'étire aussi mes remerciements à tous mes coéquipiers de soccer, dont la pratique a été mon exutoire vital.

Je remercie enfin du fond du cœur mon père, Élian, et mon frère, Bastien, pour leurs encouragements répétés et leur proximité émotionnelle malgré l'éloignement géographique.

DÉDICACE

À ma mère, dont la disparition m'attriste encore
profondément, qui fut mon phare tout au long de ce
travail en pensée et en acte, et dont le niveau d'exigence
me suivra à jamais.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	II
DÉDICACE.....	IV
TABLE DES MATIÈRES	V
LISTE DES FIGURES.....	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	XII
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	XIII
LISTE DES SIGLES.....	XIV
RÉSUMÉ.....	XV
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES	3
1.1 Marché du carbone et changements climatiques.....	3
1.1.1 Réchauffement climatique et activité humaine.....	4
1.1.2 Mécanisme de marché et pollution.....	6
1.2 Fonctionnement du marché des crédits compensatoires.....	8
1.2.1 Portrait général de la création des crédits compensatoires.....	9
1.2.2 Intégration des crédits compensatoires dans un système règlementé.....	11
1.2.3 Standards de certification du marché volontaire	13
1.2.4 Questionnements autour des crédits compensatoires	14
1.3 Systèmes comportant des crédits compensatoires	16
1.3.1 Mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto.....	16
1.3.2 La Chicago Climate eXchange.....	26
CHAPITRE 2 LA PLACE DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU NIVEAU FÉDÉRAL ET AU QUÉBEC	31
2.1 Politique fédérale sur les crédits compensatoires	31
2.1.1 Émissions canadiennes de GES durant la décennie 1990	32
2.1.2 Initiatives fédérales sur les crédits compensatoires.....	33
2.2 Règlementation québécoise en matière de crédits compensatoires	37
2.3 Objectifs de recherche	40
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE	43

3.1 Paramètres d'étude.....	43
3.1.1 Échantillon d'étude.....	43
3.1.2 Territoire d'étude.....	44
3.1.3 Période d'étude.....	44
3.2 Méthode de travail	45
3.2.1 Mise au clair de l'objectif de recherche	45
3.2.2 Répertoire des acteurs	46
3.2.3 Cartographie des interactions	48
3.2.4 Analyse de la structure et des interactions	52
CHAPITRE 4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	55
4.1 Répertoire des acteurs socio-économiques.....	55
4.2 Réseau des acteurs socio-économiques et mesures de centralité.....	61
4.2.1 Description générale du réseau 1-mode	62
4.2.2 Mesures de centralité.....	64
4.3 Évolution chronologique du réseau des acteurs socio-économiques.....	68
4.3.1 Réseau des acteurs en 1999	68
4.3.2 Réseau des acteurs en 2000	69
4.3.3 Réseau des acteurs en 2001	70
4.3.4 Réseau des acteurs en 2002	71
4.3.5 Réseau des acteurs en 2003	72
4.3.6 Réseau des acteurs en 2004	73
4.3.7 Réseau des acteurs en 2005	74
4.3.8 Réseau des acteurs en 2006	75
4.3.9 Réseau des acteurs en 2007	76
4.3.10 Réseau des acteurs en 2008	77
4.3.11 Réseau des acteurs en 2009	78
4.3.12 Réseau des acteurs en 2010	79
4.3.13 Réseau des acteurs en 2011	80
4.3.14 Réseau des acteurs en 2012	81
4.3.15 Réseau des acteurs en 2013	82
4.3.16 Réseau des acteurs en 2014	83

4.3.17 Réseau des acteurs en 2015	84
CHAPITRE 5 DISCUSSION DES RÉSULTATS	86
5.1 Des crédits compensatoires sur les deux marchés	86
5.1.1 Évolution des crédits compensatoires à l'international et au Canada	86
5.1.2 Évolution des crédits compensatoires au Québec	88
5.2 Réseau des acteurs du marché des crédits compensatoires au Québec	88
5.2.1 Domination du marché volontaire et du secteur privé	89
5.2.2 Trois acteurs centraux et une structuration du réseau par période	91
5.3 Quel destin pour le marché des crédits compensatoires au Québec ?	97
CONCLUSION	100
ANNEXE A : SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME CANADIEN DE CRÉDITS COMPENSATOIRES POUR LES GES PRÉVU EN 2008	103
ANNEXE B : LISTE DES PROMOTEURS DE PROJETS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS	104
ANNEXE C : LISTE DES QUANTIFICATEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS	107
ANNEXE D : LISTE DES VÉRIFICATEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS	108
ANNEXE E : LISTE DES REVENDEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS	109
ANNEXE F : LISTE D'ACHETEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS	110
BIBLIOGRAPHIE	115

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Processus de création d'un crédit compensatoire assimilé à une chaîne d'approvisionnement (inspiré de : Bayon et al., 2009, p.20).....	10
Figure 1.2 : Intégration et rôle des crédits compensatoires dans un système de plafonnement et d'échange (source : OCDE, 2012).	12
Figure 4.1 : Répartition des projets de réductions d'émission de GES selon les huit catégories répertoriées.....	57
Figure 4.2 : Répartition des statuts légaux parmi les promoteurs de projets de réductions d'émission de GES.	58
Figure 4.3 : Répartition des statuts légaux parmi les quantificateurs de projets de réductions d'émissions de GES.	59
Figure 4.4 : Répartition des statuts légaux parmi les vérificateurs de projets de réductions d'émission de GES.....	59
Figure 4.5 : Répartition des statuts légaux parmi les revendeurs de crédits compensatoires répertoriés.....	60
Figure 4.6 : Répartition des statuts légaux parmi les acheteurs de crédits compensatoires répertoriés.....	61
Figure 4.7 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires (source : Borgatti, S.P., 2002).	63

Figure 4.8 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires selon la centralité de degré (source : Borgatti, S.P., 2002).	65
Figure 4.9 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).	66
Figure 4.10 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires selon la centralité de proximité (source : Borgatti, S.P., 2002).	67
Figure 4.11 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 1999 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).	69
Figure 4.12 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2000 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).	70
Figure 4.13 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2001 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).	71
Figure 4.14 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2002 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).	72
Figure 4.15 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2003 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).	73

Figure 4.16 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2004 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	74
Figure 4.17 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2005 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	75
Figure 4.18 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2006 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	76
Figure 4.19 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2007 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	77
Figure 4.20 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2008 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	78
Figure 4.21 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2009 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	79
Figure 4.22 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2010 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	80
Figure 4.23 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2011 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	81

Figure 4.24 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2012 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	82
Figure 4.25 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2013 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	83
Figure 4.26 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2014 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	84
Figure 4.27 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2015 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).....	85
Figure 5.1 : Répartition des projets de réductions d'émission de GES selon le secteur d'activité.	91

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Quelques exemples de standards de certification utilisés fréquemment sur les marchés du carbone volontaires (traduit de : Bayon et al., 2009, pp.28-29).	13
Tableau 1.2 : Avantages et inconvénients des différentes structures d'un projet sous le MDP (inspiré de : Brohé et al., 2009, p. 81).	20
Tableau 2.1 : Situation de l'Amérique du Nord au tournant du XXIème siècle en termes d'émissions globales et par tête de GES (source : Selin et VanDeveer, 2009, p.5).	32

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CH₄ : Méthane
CO₂ : Dioxyde de carbone
NO_x : Oxydes d'azote
SF₆ : Hexafluorure de soufre
SO₂ : Anhydride sulfureux
t_{éq}CO₂ : Tonne équivalente CO₂

LISTE DES SIGLES

AEC : Activités exécutées conjointement
AGI : Année géophysique internationale
CC : Changements climatiques
CCNUCC : Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CCX : Chicago Climate eXchange
CE : Commission européenne
CFC : Chlorofluorocarbone
CFI : Carbon financial instruments
EPA : Agence américaine de protection environnementale
GES : Gaz à effet de serre
GIEC : Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
MDDELCC : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques
MCeX : Montreal Climate eXchange
MDP : Mécanisme de développement propre
MOC : Mise en œuvre conjointe
OMM : Organisation météorologique mondiale
ONG : Organisation non gouvernementale
ONU : Organisation des Nations unies
PED : Pays en développement
PD : Pays développés
PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement
RCE : Réductions certifiées d'émission
SCEQE : Système communautaire d'échange de quotas d'émission
UCI : Université de Californie à Irvine
UE : Union européenne
UQA : Unités de quantités attribuées
URE : Unités de réduction d'émission
WCI : Western Climate Initiative

RÉSUMÉ

Au Québec, le marché des crédits compensatoires dispose depuis peu d'une composante réglementée à travers les protocoles du système de plafonnement et d'échange de droits d'émissions, alors qu'il fut originellement de nature volontaire. Au cours de ce travail de recherche, nous cherchons à déterminer comment ce marché des crédits compensatoires d'émissions de carbone s'est structuré entre 1999 et 2015. Pour cela, nous nous sommes fixés trois objectifs. Tout d'abord, créer un répertoire des acteurs socio-économiques impliqués afin de clairement les identifier. Puis, à partir du répertoire, réaliser des cartographies pour illustrer les interactions entre ces acteurs. Enfin, à l'aide des cartographies et des mesures de centralité, caractériser l'évolution de ces interactions sur la période d'étude. Ces trois objectifs nous ont permis de montrer qu'après avoir grandi et acquis une structure complexe autour de trois acteurs socio-économiques centraux, le marché des crédits compensatoires au Québec est depuis le début des années 2010 en phase de dissémination.

MOTS-CLÉS : marché du carbone, politique climatique, répertoire des acteurs, cartographies, analyse des réseaux.

INTRODUCTION

La première transaction enregistrée de crédits compensatoires d'émissions de carbone date de 1989, lançant par conséquent le marché volontaire. Depuis, les crédits compensatoires ont été progressivement intégrés dans des systèmes réglementés afin d'apporter une structure qui manque au marché volontaire. Le premier exemple fut le Protocole de Kyoto qui comporta deux mécanismes de flexibilité, le mécanisme de développement propre et la mise en œuvre conjointe. Les États-Unis, qui ne ratifièrent pas le Protocole de Kyoto, tentèrent l'expérience avec la *Chicago Climate eXchange*, une bourse climatique montée par des très grandes entreprises internationales. Malgré une participation volontaire, le fonctionnement de cette bourse se rapprocha d'un système réglementé qui comporta des protocoles de crédits compensatoires. Le modèle recommandé de système de plafonds-échange régional produit par la *Western Climate Initiative*, une organisation regroupant plusieurs états américains et provinces canadiennes, s'inspira de cette configuration.

Le Québec adhéra à la *Western Climate Initiative* en 2008, et instaura son système de plafonnement et d'échange de droits d'émissions en 2013. Auparavant uniquement volontaire, le marché des crédits compensatoires au Québec comporte depuis une partie réglementée. Pour comprendre le fonctionnement de ce marché, nous cherchons au cours de ce mémoire à déterminer comment il a évolué et s'est structuré depuis 1999 jusqu'à l'intégration des protocoles de crédits compensatoires dans le système réglementé en 2015. Pour y arriver, il paraît tout d'abord essentiel d'identifier les acteurs socio-économiques du marché des crédits compensatoires au Québec (premier objectif). Ensuite, pour déterminer la structuration du marché, l'analyse des réseaux fut

la méthode choisie. Les réseaux sont généralement visualisables sous la forme de cartographies créées à partir de logiciels basés sur des matrices de données, et parfois accompagnés d'une interface graphique dont le rôle est de transformer ces matrices en images (deuxième objectif). Enfin, la structuration du réseau est analysée par description visuelle des cartographies, et par utilisation de concepts d'analyse des réseaux tels que la centralité. Nous verrons que le réseau est passé par plusieurs phases de structuration reflétant parfois les fluctuations du contexte politique des crédits compensatoires au cours de la période d'étude choisie.

Ce mémoire débutera par une présentation du fonctionnement des crédits compensatoires à la fois sur le marché volontaire, et sur le marché réglementé. Puis, nous présenterons deux systèmes qui utilisèrent les crédits compensatoires d'émissions de carbone, les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto et la *Chicago Climate eXchange*. Par la suite, nous évoquerons la place des crédits compensatoires dans les politiques canadienne et québécoise afin de nous rapprocher du contexte de ce travail de recherche. Ce dernier sera détaillé au cours de la seconde partie de ce mémoire qui débutera par la méthodologie de recherche employée. Les résultats découlant de cette méthodologie seront ensuite présentés de manière brute, puis analysés dans le dernier chapitre de ce mémoire à la lumière du contexte politique des crédits compensatoires au Québec, au Canada et à l'international. Nous tirerons enfin des conclusions sur l'évolution de la structuration du marché des crédits compensatoires qui pourrait advenir à la suite de la période d'étude, ainsi que sur quelques éléments d'approfondissement de ce travail de recherche.

CHAPITRE 1 MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES

Avec les systèmes de plafonnement et d'échange de droits d'émissions, le marché des crédits compensatoires compose un ensemble appelé marché du carbone. Il s'agit d'un instrument économique utilisé pour infliger un prix à la tonne équivalente de dioxyde de carbone ($t_{eq}CO_2$), unité de mesure des émissions de gaz à effet de serre (GES). Les émissions de GES sont un des enjeux cruciaux de la lutte aux changements climatiques (CC) car leur augmentation entraîne une intensification de l'effet de serre. Au cours de ce chapitre, nous retraçons comment le marché du carbone et la lutte aux CC se sont entremêlés, expliquons le fonctionnement du marché des crédits compensatoires et présentons trois mécanismes de crédits compensatoires.

1.1 Marché du carbone et changements climatiques

La lutte aux CC prit forme au fur et à mesure de l'évolution des connaissances en climatologie et en qualité de l'air. Grâce aux progrès en échantillonnage et en informatique, la collecte de données et la modélisation ont permis de visualiser les fluctuations du climat terrestre. En confrontant ces modèles avec le développement économique de notre société, il apparut évident que l'activité humaine a influé sur l'évolution climatique de la planète. Dans le même temps, plusieurs économistes réfléchirent à des moyens de mitiger les émissions de GES par le biais d'instruments fiscaux. La première partie de ce chapitre se consacre à montrer comment le marché du carbone est devenu un outil de lutte contre les CC.

1.1.1 Réchauffement climatique et activité humaine

Le réchauffement climatique d'origine anthropique s'illustre par une intensification de l'effet de serre. Ce phénomène fut découvert au cours du XIX^{ème} siècle par Jean-Baptiste Joseph Fourier qui appliqua sa théorie de la chaleur à la température terrestre. Par le biais des travaux d'Horace-Bénédict de Saussure sur l'emprisonnement de la chaleur, il mit en évidence qu'une grande proportion des radiations émises par le Soleil sont retenues par l'atmosphère après avoir été réfléchies par la surface terrestre (Dufresne, 2006). Cette absorption des rayons solaires par l'atmosphère fut vérifiée plus tard par John Tyndall au travers de ses travaux sur les phénomènes de glaciation. Combinés avec la découverte du rayonnement infrarouge par William Herschel, ils lui permirent de mettre au jour la capacité d'absorption infrarouge des gaz atmosphériques.

À la fin du siècle, Svante August Arrhenius reprit les travaux de Fourier et Tyndall et parvint à calculer les variations de la température terrestre en fonction de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère (Calel, 2011). Celles-ci démontrèrent que l'augmentation du volume de CO₂ atmosphérique modifiait la composition de l'atmosphère et faisait s'élever la température terrestre (Labatt et White, 2007). De la fin de l'entre-deux guerres jusqu'au début de la Guerre froide, les travaux sur le cycle du carbone de Guy Stewart Callendar vinrent appuyer les calculs d'Arrhenius. Il s'intéressa particulièrement à la combustion des énergies fossiles qu'il identifia comme responsable de l'élévation de la température terrestre d'un degré Fahrenheit (Northcott, 2010).

Au cours des années 1960, Charles David Keeling systématisa l'échantillonnage de la concentration atmosphérique du CO₂ à la station météorologique de Mauna Loa

(Hawaii), ainsi qu'en Antarctique. Il créa une base de données, encore aujourd'hui compilée, dont la représentation graphique montre que la concentration de CO₂ dans l'atmosphère augmente graduellement depuis 1958. Cette courbe, qu'il baptisa de son nom (*Keeling curve*), fut une des premières preuves scientifiques irréfutables des CC (Bodansky, 2001). Pour mettre en évidence les fluctuations du climat terrestre, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) souhaita suivre l'exemple de la concentration de CO₂ atmosphérique en initiant une vaste campagne d'échantillonnage à la fin des années 1970. À l'époque, les progrès fulgurants en informatique permirent de créer d'importantes bases de données visualisables sous la forme de modèles capables de retracer l'évolution du climat de la planète.

L'OMM et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) montèrent en 1988 le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) qui réunit les connaissances acquises dans son premier rapport d'évaluation. Ce rapport (1990) conclut que les émissions des GES anthropiques depuis le début du XX^{ème} siècle sont responsables d'une intensification de l'effet de serre. Le deuxième rapport (1995) est celui qui capta définitivement l'attention de la communauté politique internationale puisqu'il écarta la possibilité d'un réchauffement climatique naturel et mit clairement en cause l'activité humaine. Le troisième (2001), et surtout le quatrième rapport (2007) attribuèrent les modifications du climat observées depuis la moitié du XX^{ème} siècle à l'augmentation des concentrations atmosphériques de GES d'origine anthropique (Newell et Paterson, 2010). En outre, le second conclut que le réchauffement climatique devrait être limité à 2°C par rapport à 1990 en 2020 pour la préservation de la biodiversité, tandis qu'un excédent de 3,5°C serait responsable de la disparition de « 40 à 70% des espèces recensées [...] de la surface du globe » (GIEC, 2007).

Le cinquième rapport du GIEC (2013) insista sur le fait que « limiter les CC requerrait des réductions d'émissions de GES substantiel et soutenu dans le temps » (GIEC, 2013, p.19). En ce qui concerne la température, presque tous les scénarios concluent que la

hausse de celle-ci « dépassera probablement 1,5°C », et même « plus probablement que non 2°C », au cours de la fin du XXI^{ème} siècle et au-delà (GIEC, 2013, p.20). Le rapport souligna également le problème de l’ozone, affirmant avec une « haute confiance » que de grandes quantités atmosphériques de méthane (CH₄) « élèveraient en 2100 l’ozone de surface de 25% par rapport à son niveau actuel » (GIEC, 2013, p.24).

Dans son rapport spécial de 2018, le GIEC rappelle que l’activité humaine est responsable d’une montée de la température terrestre estimée entre 0,8°C et 1,2°C au-dessus des niveaux préindustriels (GIEC, 2018, p.4). Il ajoute que sur son rythme actuel le réchauffement climatique est pressenti d’atteindre 1,5°C entre 2030 et 2052 (GIEC, 2018, p.4). Des impacts liés au réchauffement climatique ont déjà été observés, certains écosystèmes terrestres et océaniques et les services qu’ils procurent ont déjà été modifiés (GIEC, 2018, p.8). Les outils économiques sont évoqués dans le cadre d’une mobilisation incrémentale de ressources liées aux coûts d’adaptation aux CC à travers des changements dans les investissements et les épargnes, et des instruments basés ou non sur des marchés pour assurer l’équité d’une transition systémique (GIEC, 2018, p.29).

1.1.2 Mécanisme de marché et pollution

Le mécanisme de marché utilisé pour mitiger une pollution est une application du principe pollueur-payeur. Une source de pollution, appelée externalité négative, a généralement des impacts néfastes sur son environnement immédiat qui sont subis par la population y demeurant. Cette population se trouve alors à devoir éviter cette pollution ou à s’y adapter, en recourant par exemple à la médecine ou en modifiant son habitat. Ce changement de mode de subsistance a évidemment un coût, appelé coût

social. Dans le cours normal des choses, ce coût n'est pas pris en charge par le responsable de la source de pollution. C'est ici ce que le principe pollueur-payeur vient corriger en faisant en sorte que le responsable d'une source de pollution prenne en charge le coût social, mécanisme parfois décrit comme l'internalisation des coûts d'une externalité négative.

À partir des années 1920, les travaux d'Arthur Cecil Pigou en économie sociale faisaient référence en matière de mitigation d'une pollution. L'incitatif fiscal envers les responsables de source de pollution permet, selon lui, une meilleure distribution des revenus entre pollueur et pollué (Pigou, 1932). Il prôna l'intervention gouvernementale par imposition de taxe ou allocation de prime (« *bounty* ») dans la régulation de plusieurs enjeux socio-économiques tels que l'inégalité des revenus ou encore la compensation de dommages et intérêts – dans lesquels il inclut le coût social lié à une pollution (Pigou, 1932). L'application du principe pollueur-payeur de Pigou fut remise en question par Ronald Coase dans les années 1960 qui s'étonna de la quasi-unanimité de son adoption par les économistes malgré une littérature peu exhaustive à son sujet (Coase, 2013). Il montra que l'emploi d'une taxe pour réduire une pollution soulevaient plusieurs problèmes, en particulier celui de son taux optimal, et suggéra l'utilisation des lois du marché dans ce qu'il appela « un changement d'approche » (Coase, 2013).

John Harkness Dales reprit les idées de Coase, notamment celle d'une répartition égale des coûts entre la prévention de la pollution, la prévention des dommages et les dommages sur le bien-être (Dales, 1968). Mais tandis que l'argumentation de Coase visait surtout le coût social, Dales partit lui du point de vue de la protection d'une ressource naturelle commune telle que l'eau ou l'air. Sa proposition phare fut de créer des droits de propriété de cette ressource, à l'inverse d'en réguler l'accès par le biais d'une taxe ou d'une subvention. Ces dernières ne créent pas de « droits de propriété pleins car ils ne sont pas transférables » en raison du fait qu'ils sont inhérents aux pollueurs qui les a obtenus ou les a reçus (Dales, 1968). En se basant sur l'exemple des

rejets de déchets, il suggéra qu'une entité gouvernementale peut choisir un niveau de pollution qui lui convient en fixant une quantité limitée de « droits de pollution régionaux » qu'elle peut modifier à intervalle régulier (Dales, 1968). Ces droits, qui sont alors pleins car transférables, se voient attribuer un prix et peuvent ainsi être échangés comme n'importe quelle commodité selon les lois du marché (Dales, 1968). Dales affirma qu'ainsi « le marché s'assure automatiquement que la réduction de rejets de déchets fixée se fasse au coût le moins cher possible pour la société » (Dales, 1968). Néanmoins, le point négatif qu'il reprocha au marché fut « son impraticabilité d'utilisation pour réduire des sources de déchets multiples » (Dales, 1968). Selon lui, « une variété de régulations [...], de subventions [...] et de taxes [...] semble plus appropriée » (Dales, 1968).

Les premiers mécanismes de marché utilisés pour mitiger des émissions de GES furent mis en place par l'Agence américaine de protection environnementale (EPA) dans le cadre du *Clean Air Act* de 1970. L'attention de la communauté politique internationale envers les GES grandit dans les années 1980 notamment face à l'enjeu de l'affinement de la couche d'ozone. Dans la foulée des Accords d'Helsinki et de Montréal, l'EPA se basa sur le modèle de Crocker et Dales pour concevoir un marché de réduction des émissions de dioxyde de soufre (SO₂) et d'oxyde d'azote (NO_x) qu'elle inscrivit au *Clean Air Act*. Le succès de ce mécanisme, baptisé *Acid Rain Program*, servit de base pour la conception des instruments économiques que les Nations unies mit en vigueur dans le cadre de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

1.2 Fonctionnement du marché des crédits compensatoires

Au cours de cette deuxième partie, nous présentons différents aspects du marché des crédits compensatoires en commençant par son fonctionnement général, les étapes de création des crédits compensatoires, ainsi que les acteurs requis. Puis, nous adressons l'intégration des crédits compensatoires dans les marchés réglementés, souvent référée à un mécanisme de flexibilité. Nous poursuivons par expliquer brièvement le rôle des standards de certification censés être les garants de la « qualité » des crédits compensatoires. Pour finir, nous évoquons quelques débats qui remettent en question l'efficacité réelle des crédits compensatoires comme outil de réduction des émissions de GES.

1.2.1 Portrait général de la création des crédits compensatoires

Dans la plupart des marchés règlementés, un plafond d'émission détermine la quantité de droits ou quotas d'émission destinés aux acteurs socio-économiques soumis. Le marché du carbone volontaire fonctionne, lui, selon un scénario de référence et de crédit (*baseline-and-credit*). Les acteurs socio-économiques peuvent obtenir des crédits grâce à la compensation de leurs émissions de GES. Cette compensation est, le plus souvent, calculée selon la comparaison entre deux scénarii établis sur une période donnée : un scénario d'émission de référence (*business-as-usual*) et un scénario de réduction des émissions de GES. En règle générale, le scénario de référence se calcule selon les volumes d'émissions de GES générés sur une période antérieure à la mise en place de la méthode de réduction d'émissions. Le volume d'émissions de GES issu de la différence entre le scénario de référence et celui de réduction d'émissions équivaut, après vérification, à la quantité de crédits compensatoires obtenus. Le guide *Voluntary Carbon Markets: An International business guide to what they are and how they work* » (Bayon *et al.*, 2009) fait l'analogie à une chaîne d'approvisionnement (en figure 1.1) pour décrire le fonctionnement du système *baseline-and-credit*. Cette chaîne comprend

quatre étapes, dont chacune requiert un type d'acteur particulier : un promoteur de projet, un organisme de validation, un agrégateur et un acheteur.

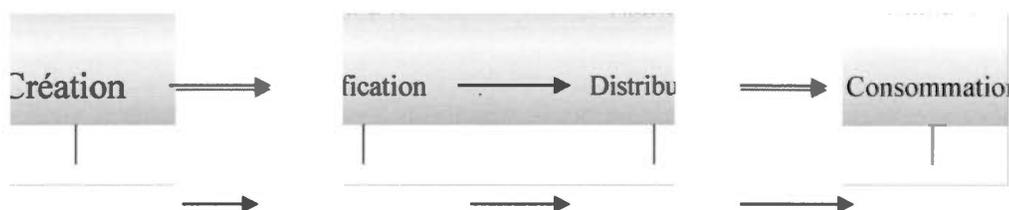


Figure 1.1 : Processus de création d'un crédit compensatoire assimilé à une chaîne d'approvisionnement (inspiré de : Bayon et al., 2009, p.20)

La première étape, la création du crédit compensatoire, introduit le premier acteur de la chaîne qui est le promoteur de projet. Il est celui qui possède la technologie avec laquelle les émissions de GES sont réduites, ou bien l'aire géographique sur laquelle le projet de réduction d'émissions est implanté. On utilise le terme de « réduction » par simplification en sous-entendant qu'une tonne de GES peut tout aussi bien être compensée, éliminée ou capturée.

La deuxième étape, la vérification du crédit compensatoire, requiert fréquemment les interventions de deux acteurs distincts : un quantificateur et un vérificateur. L'un comme l'autre a pour rôle de valider l'additionnalité des émissions de GES réduites. Pour qu'un promoteur puisse aller de l'avant avec son projet, les émissions de GES qu'il prétend réduire « doivent être additionnelles à celles pouvant advenir selon le scénario d'émissions de référence » (Taiyab, 2006). Cette caractéristique est « extrêmement importante à l'intégrité environnementale », sans quoi « un promoteur de projet reçoit du financement carbone sans réellement réduire ses émissions de GES dans l'atmosphère » (Taiyab, 2006). L'additionnalité des réductions d'émission passe

avant tout par la détermination « d'un scénario de référence clair et crédible » (Taiyab, 2006).

Les deux dernières étapes, la distribution et la consommation du crédit compensatoire, mettent respectivement en scène un revendeur et un acheteur. Un revendeur peut être un détaillant ou un agrégateur. Un détaillant (*retailer*) achète des crédits auprès de promoteurs qu'il a ciblé, puis constitue un portefeuille (*portfolio*) de crédits qu'il propose à des organisations et particuliers, le plus souvent en ligne, qui cherchent à compenser leurs émissions (Riedy et Atherton, 2008). De même, un agrégateur (*wholesaler*) possède un portefeuille de crédits compensatoires, mais à l'inverse du détaillant il les vend par lots de grande quantité (Riedy et Atherton, 2008). Un acheteur qui désire se procurer des crédits compensatoires se trouve face à deux possibilités. Il peut passer par un détaillant ou un agrégateur, dépendamment de la quantité d'émissions de GES qu'il souhaite compenser, ou il peut en acheter directement auprès d'un promoteur de projet avec ou sans recourir à un courtier (*broker*).

1.2.2 Intégration des crédits compensatoires dans un système règlementé

Plusieurs des marchés règlementés aujourd'hui en vigueur intègrent dans leur fonctionnement un volet axé sur les crédits compensatoires. Ce fut le cas pour le protocole de Kyoto avec les mécanismes de flexibilité, et c'est le cas du Québec avec les protocoles de création de crédits compensatoires du système de plafonnement et d'échange. Pour les acteurs socio-économiques soumis à ces marchés règlementés, les crédits compensatoires viennent généralement en complément des droits ou quotas d'émissions pour respecter leur conformité.

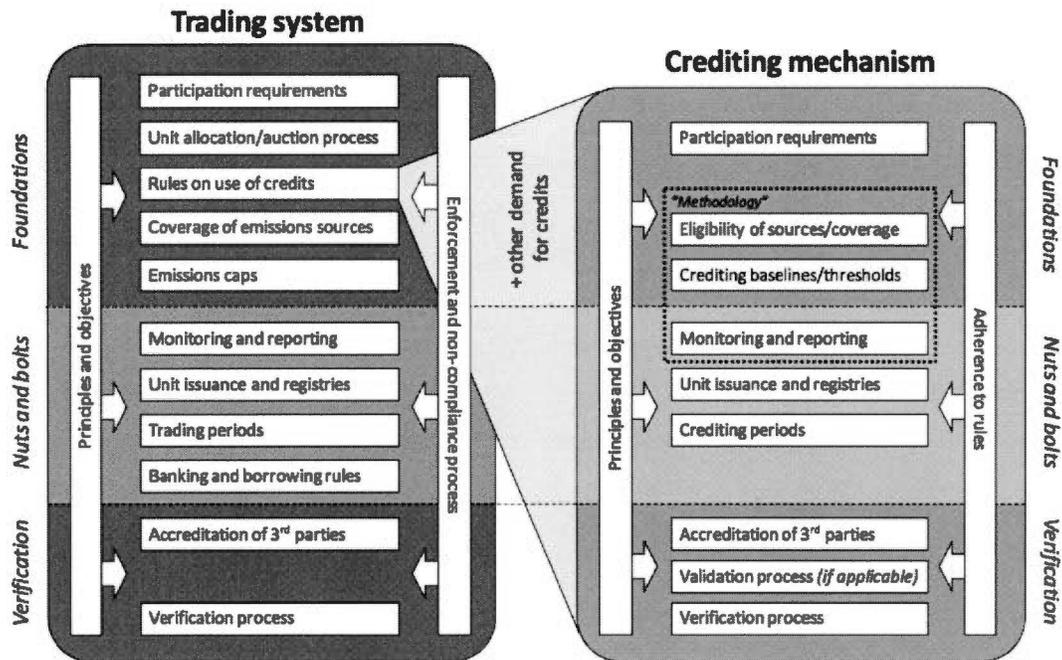


Figure 1.2 : Intégration et rôle des crédits compensatoires dans un système de plafonnement et d'échange (source : OCDE, 2012).

L'intégration des crédits compensatoires dans un marché réglementé est illustrée sur la figure 1.2. Généralement, l'entité gouvernementale en charge du marché réglementé choisit les types de projets à partir desquels elle souhaite créer des crédits compensatoires. Puis, elle ajoute au règlement du marché réglementé des protocoles de vérification de ces projets. On peut citer ici trois avantages qu'une entité gouvernementale peut bénéficier par le biais de l'intégration des crédits compensatoires. Premièrement, les acteurs socio-économiques hors du marché réglementé se trouvent en position de vendre leurs crédits à des acheteurs plus importants en nombre et en taille. Deuxièmement, l'entité gouvernementale peut couvrir des secteurs d'activité non ciblés par le marché réglementé. Enfin, il s'agit d'un moyen pour les acteurs socio-économiques soumis au marché réglementé de baisser leurs coûts de conformité car « les crédits sont généralement moins chers que les droits d'émission ou les réductions d'émission internes » (Taiyab, 2006).

1.2.3 Standards de certification du marché volontaire

Les standards de certification s'appliquent plus spécialement lors de la vérification de la chaîne de création d'un crédit compensatoire. Ce sont des programmes établis par des organismes de certification qui comportent des protocoles de validation et des inventaires d'enregistrement des promoteurs de projets afin de permettre le suivi des renseignements (Oscarson, 2017). Les standards de certification véhiculent une image d'exigence sur laquelle les acheteurs se reposent dans leurs choix d'achat de crédits compensatoires. En outre, certaines plateformes électroniques d'échange sélectionnent les crédits qu'elles acceptent selon le standard de certification pour s'assurer de leur valeur.

Tableau 1.1 : Quelques exemples de standards de certification utilisés fréquemment sur les marchés du carbone volontaires (traduit de : Bayon et al., 2009, pp.28-29).

Standards	Descriptions
<i>Climate Action Reserve protocols</i>	Ensemble de protocoles de validation de projets dans la foresterie, l'agriculture et les gaz d'enfouissement
<i>CarbonFix standard</i>	Certification de projets forestiers et plateforme de revente de crédits
<i>Climate Community Biodiversity standards</i>	Ensemble de protocoles de validation de projets de gestion de milieux naturels ayant des externalités positives sur le climat, la biodiversité et le développement durable

<i>Gold Standard for Verified Emission Reductions (VERs)</i>	Certification tierce de crédits issus de projets d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique
<i>Verified Emission Reduction plus (VER+)</i>	Certification tierce de réductions d'émission basées sur les protocoles de vérification du mécanisme de développement propre et de la mise en œuvre conjointe.
<i>Verified Carbon Standard (précédemment Voluntary Carbon Standard)</i>	Certification tierce de réductions d'émission uniquement valable pour les <i>Verified Carbon Units (VCUs)</i>

Le tableau 1.1 présente une liste de quelques standards de certification fréquemment retrouvés sur le marché des crédits compensatoires. Ceux-ci sont généralement spécifiques à un ou quelques secteurs d'activité, simplement car les protocoles de validation ne peuvent pas être les mêmes pour tous les types de projet de réduction d'émissions de GES. Ainsi, un promoteur choisit le standard selon lequel les crédits issus de son projet correspondent. Ce choix n'est pas anodin car d'une part certains standards sont plus contraignants que d'autres, impliquant des décisions importantes à prendre dès la conception du projet. D'autre part, les revendeurs et acheteurs de crédits privilégient certains standards plus que d'autres. Si un promoteur vise une clientèle particulière, il a donc tout intérêt à choisir le standard de certification adéquat.

1.2.4 Questionnements autour des crédits compensatoires

Les débats les plus récurrents concernant les crédits compensatoires sont surtout liés à leur intégrité environnementale. Nous évoquons plus haut le principe d'additionnalité censé assurer que les réductions d'émission de GES d'un promoteur doivent être le résultat effectif de son projet, donc que ses réductions d'émission n'auraient pas été

réalisables en l'absence du projet. Définie ainsi, on s'aperçoit que l'additionnalité repose en grande partie sur le scénario d'émissions de référence à partir duquel sont calculées les réductions réelles d'émission de GES du projet. Dans un article daté de 2012, Michael Gillenwater soulève la grande subjectivité entourant la détermination du scénario d'émissions de référence (Gillenwater, 2012). En effet, on peut supposer qu'un promoteur pourrait être tenté de prévoir un scénario d'émissions de référence incluant déjà des réductions d'émission afin d'obtenir un plus grand volume d'émissions réduites par rapport au scénario d'émissions de son projet de réductions d'émission de GES. Nous verrons dans la troisième partie de ce chapitre que la manipulation du scénario de référence fut à l'origine de la plus importante fraude du mécanisme de développement propre (MDP), à savoir celle du trifluorométhane (HFC-23).

Dans le cadre du MDP, une des trois manières de démontrer le principe d'additionnalité est l'analyse des investissements. Elle sert à déterminer si un projet de réductions d'émission de GES est réalisable financièrement sans les revenus liés à la vente des crédits compensatoires. Si tel est le cas, c'est-à-dire si un promoteur a déjà les moyens de mettre en place un projet de réductions d'émission de GES, la vente de crédits compensatoires devient alors une simple source de revenus supplémentaires. Ce volet financier de l'additionnalité soulève un autre débat entourant les crédits compensatoires, celui du conflit entre l'intégrité environnementale et la rentabilité financière. Évaluer la réussite d'un projet sur son intégrité environnementale, et non sur sa rentabilité financière, est encore un aspect difficile à maîtriser pour les promoteurs, en particulier ceux du secteur privé. Les standards de certification existent justement pour garantir une certaine intégrité environnementale des crédits compensatoires. Cependant, il en existe un certain nombre, beaucoup trop d'ailleurs selon certains auteurs qui parlent « d'absence de standardisation » (Dhanda et Hartmann, 2011). La prolifération des standards empêche l'émergence de méthodologies de vérification de référence sur lesquelles se baser.

On peut enfin mentionner deux derniers questionnements plus spécifiques à la création des crédits compensatoires. Il y a la question de la propriété du crédit selon laquelle « un acheteur doit bien s'assurer d'être le seul et unique propriétaire », sans quoi un crédit peut être vendu plusieurs fois (Dhanda et Hartmann, 2011). Puis, il y a la question de la proximité entre le promoteur de projet et le vérificateur dont l'alignement des intérêts peut parfois occasionner une certaine indulgence des contrôles. Au cours de la troisième partie de ce chapitre, nous allons illustrer le fonctionnement des crédits compensatoires en prenant deux exemples de systèmes les ayant utilisés, l'un sur le marché réglementé, l'autre sur le marché volontaire.

1.3 Systèmes comportant des crédits compensatoires

Parmi les nombreux systèmes ayant utilisés des crédits compensatoires, nous avons choisi d'en présenter un du marché réglementaire et un autre du marché volontaire. Nous présenterons au cours de la troisième partie les deux mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto, le MDP et la mise en œuvre conjointe (MOC), qui opérèrent sur le marché réglementé. Nous verrons que leur efficacité environnementale fut sévèrement remise en question, particulièrement durant la première période d'engagement du Protocole de Kyoto au cours de laquelle plusieurs projets de réduction d'émissions de GES furent la cible de manipulations. Nous évoquerons par la suite la *Chicago Climate eXchange* (CCX), une plateforme électronique d'échange de crédits compensatoires développée par et pour des entreprises, qui fonctionna sur une base volontaire.

1.3.1 Mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) proposa de mettre en place durant les négociations pour le Protocole de Kyoto des projets de réduction d'émission de GES. Ces projets, appelés « activités exécutées conjointement », furent inscrits dans une phase pilote servant à évaluer la pertinence de l'utilisation des crédits compensatoires. Bien que n'ayant jamais ratifié le traité, les États-Unis participèrent à cette expérience par le biais de leur *Initiative on Joint Implementation* qui incita les entreprises domestiques à réduire leurs émissions de GES via des partenariats avec des pays en développement (Powell *et al.*, 1997). Dans la version officielle du Protocole de Kyoto, ces activités exécutées conjointement prirent la forme de deux mécanismes de flexibilité, le MDP et la MOC, que nous présentons ci-dessous.

1.3.1.1 Mécanisme de développement propre

Le MDP, introduit par l'article 12 du Protocole de Kyoto, eut pour but premièrement « d'aider les Parties ne figurant pas à l'Annexe I à parvenir à un développement durable ainsi qu'à contribuer à l'objectif ultime de la Convention », et deuxièmement « d'aider les Parties visées à l'Annexe I à remplir leurs engagements chiffrés de limitation et de réduction de leurs émissions [...] » (CCNUCC, 2001, p.12-1). En d'autres termes, les projets développés sous le MDP furent une voie pour les pays en développement (PED) de participer à l'effort mondial de réduction des émissions de GES, tout en étant une possibilité pour les pays développés (PD) de respecter leurs propres plafonds d'émission. Le développement d'un projet éligible sous le MDP regroupait six étapes selon le livre « *Carbon Markets : An International Business Guide* » (Brohé *et al.*, 2009). Tout d'abord, le promoteur s'assurait que son projet de réduction d'émissions

rentrait dans l'une des catégories prévues par les Accords de Marrakech (seuls les projets d'énergie nucléaire furent exclus). Lorsque c'était le cas, il mettait ensuite un résumé du projet à disposition des acheteurs potentiels de crédits compensatoires afin de tester la demande. Le contenu de ce résumé du projet était à la discrétion de chaque acheteur potentiel qui souhaitait évaluer sa capacité d'investissement. Il ne s'agissait pas d'une étape obligatoire dans le développement d'un projet sous le MDP, mais plutôt d'un moyen pour le promoteur d'obtenir des réactions par rapport à son idée de projet et pour les acheteurs potentiels d'entrer en contact avec le promoteur.

Après avoir ciblé les acheteurs potentiels, le promoteur rédigeait un rapport complet du projet qui prenait en compte leurs commentaires. Ce rapport devait être validé par une entité opérationnelle désignée par le conseil exécutif du MDP. Cette entité, créée par les Accords de Marrakech, se chargeait ensuite d'enregistrer le projet (Boulangier *et al.*, 2005). Cette étape était cruciale car le projet de réduction d'émissions ne pouvait obtenir de crédits compensatoires sans son enregistrement par le conseil exécutif. C'est pourquoi le rapport complet devait être solidement rédigé, et un critère s'avérait essentiel : l'additionnalité. Ce critère se distinguait de trois manières (Brohé *et al.*, 2009). La première était l'additionnalité environnementale qui indiquait que le projet réduisait effectivement les émissions de GES sous le scénario de référence choisi. Le rapport devait expliquer la méthode de calcul des réductions d'émission et analyser les éventuels impacts environnementaux. La seconde était l'additionnalité d'investissement qui déterminait que la rentabilité du projet ne pouvait être atteinte que par l'obtention de crédits compensatoires. Les Accords de Marrakech fixèrent la durée de vie d'un projet de réduction d'émissions sous le MDP à une période de dix ans, ou deux périodes de sept ans. Il était très difficile d'être précis sur la rentabilité future d'un projet en raison de nombreuses variables qui pouvaient affecter le prix des crédits compensatoires. C'est pourquoi le rapport complet se limitait généralement à évaluer sa valeur actuelle nette. La troisième était l'additionnalité technologique qui assurait que le PED hôte bénéficiait réellement du transfert technologique. Celui-ci devait

donner son accord de participation volontaire qui attestait que le projet contribuait réellement à son développement durable.

Une fois enregistré, le projet pouvait officiellement être mis en fonctionnement et il était vérifié par une autre entité opérationnelle désignée par le conseil exécutif selon une fréquence déterminée par le promoteur. Les services de ces organismes étaient au frais du promoteur ; la fréquence qu'il choisissait fut donc primordiale car si elle était trop serrée, les frais de transaction s'élevaient. Mais avec une vérification régulière du projet, il s'assurait que les crédits compensatoires auraient une meilleure valeur auprès des acheteurs. Enfin, le projet devait faire l'objet d'une certification. Imposée par les Accords de Marrakech, elle était la preuve requise par le conseil exécutif afin que le projet obtienne des crédits compensatoires. L'entité opérationnelle désignée qui délivrait la certification devenait alors responsable en cas de mauvaise performance du projet au cours de sa durée de vie.

Un projet de réduction d'émissions sous le MDP pouvait adopter trois structures différentes : unilatérale, bilatérale ou multilatérale. Un projet bilatéral impliquait un ou plusieurs PD qui communiquaient directement avec le PED hôte (par l'intermédiaire de leurs bureaux nationaux respectifs dédiés au MDP), ainsi qu'avec le ou les promoteurs. Un projet multilatéral ressemblait à un projet bilatéral, à la différence que les PD communiquaient via un fonds (souvent une institution financière spécialisée dans les transactions de crédits compensatoires) au sein duquel ils mutualisaient leurs investissements. La structure unilatérale faisait abstraction de la participation d'un ou plusieurs PD, laissant au PED hôte la liberté de planification et de financement du projet avec le ou les promoteurs.

Tableau 1.2 : Avantages et inconvénients des différentes structures d'un projet sous le MDP (inspiré de : Brohé et al., 2009, p. 81).

Structures	Avantages	Inconvénients
<i>Unilatérale</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Faibles coûts de transaction - Grande marge de manœuvre et flexibilité pour le PED hôte 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de transfert technologique - Risque d'échec plus impactant pour le PED hôte
<i>Bilatérale</i>	Grande marge de manœuvre et flexibilité pour les PD car communication directe avec le PED hôte et le promoteur	Meilleur incitatif pour les PED avancés, laissant de côté les PED les plus pauvres
<i>Multilatérale</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Meilleur incitatif pour les PED les plus pauvres - Protection pour les PD en cas d'échec du projet 	Coûts de transaction élevés

Le tableau 1.2 montre que deux des inconvénients relevés dans les projets sous le MDP sont les coûts élevés de transaction et la sous-représentation des PED les plus pauvres. Les premiers projets sous le MDP furent enregistrés en 2001 et le volume de crédits compensatoires, appelés unités de réductions d'émissions (URE), augmenta de manière significative de 2002 à 2008. La majorité des premiers projets enregistrés sous le MDP furent unilatéraux. Puis, jusqu'au début de la première période d'engagement du Protocole de Kyoto, les projets bilatéraux s'accumulèrent grâce notamment aux relations entre PD investisseurs et PED hôtes créées durant la phase pilote des AEC. En 2008, autour de 4700 projets étaient enregistrés, en cours d'enregistrement ou déjà opérationnels sous le MDP. La répartition était inéquitable puisque la Chine accueillit et reçut plus de la moitié des projets et des URE, suivie de très loin par l'Inde et la Brésil. La part de l'Afrique dans son ensemble ne représentait que 2%, démontrant

l'échec du MDP à inclure les PED les plus pauvres. Le fardeau occasionné par les coûts élevés de transaction ne permit pas à ces derniers de développer des projets sur leur territoire, malgré la simplification des procédures d'enregistrement, de validation, de vérification et de certification pour les projets de petite taille par les Accords de Marrakech (Brohé *et al.*, 2009). L'UE proposa pour la seconde période d'engagement que les PED avancés et les secteurs à forte concurrence soient retirés du MDP pour d'une part impliquer plus de PED pauvres et, d'autre part, diversifier l'éventail de types de projet de réduction d'émissions. Pour remplacer le MDP, les PED avancés furent invités à mettre en place des systèmes nationaux de plafonnement et d'échange de permis d'émission (Brohé *et al.*, 2009).

Le MDP connut plusieurs défauts au cours de son fonctionnement qui nuisirent inévitablement à son impact sur les émissions de GES. D'un point de vue environnemental, il souffrit de la difficulté à vérifier l'additionnalité des crédits compensatoires, particulièrement au cours des deux premières années de son entrée en vigueur. Entre 2005 et 2007, 80% des projets de réductions d'émission de GES furent enregistrés avec une faible surveillance (Gillenwater et Seres, 2011). Ce manque de contrôle des projets fut remédié avec une augmentation significative des moyens humain et technique par la CCNUCC. Cette intensification de la surveillance se matérialisa par un taux de rejet passant de 10% avant 2007 à 61% en 2009, le manque de preuve de l'additionnalité des réductions d'émission de GES restant la raison principale de rejet des projets pour les promoteurs (Gillenwater et Seres, 2011).

D'un point de vue économique, le bilan du MDP fut terni par l'enrichissement de l'industrie de production de chlorodifluorométhane (HFC-22) grâce aux crédits compensatoires. Ce gaz réfrigérant, utilisé dans bon nombre de systèmes de climatisation et de réfrigération, est relativement peu cher à fabriquer. Étant lui-même un gaz à fort potentiel de réchauffement une fois relâché dans l'atmosphère, sa production entraîne la formation de HFC-23 dont le potentiel de réchauffement est

encore supérieur. Les émissions atmosphériques de ce dernier sont réduites par optimisation du processus de fabrication du HFC-22, ou bien par capture et incinération à l'aide d'une réaction chimique appelée oxydation thermique (Schneider, 2011). Le coût de destruction du HFC-23 étant également peu cher, beaucoup de fabricants de HFC-22 augmentèrent leur production afin de générer plus de HFC-23 pour le détruire. En retour, ils reçurent des crédits compensatoires en masse, en particulier la Chine qui accueillit onze des dix-neuf projets enregistrés sous le MDP (Schneider, 2011). Certains comportements suspects des fabricants furent même dévoilés : une production de HFC-22 constante ne répondant pas aux fluctuations du marché, un seuil de production fixe juste éligible pour l'octroi de crédits compensatoires, ou encore des arrêts brutaux de production lorsque la quantité maximale de crédits compensatoires fut atteinte (Schneider, 2011). Nous verrons ci-après que des comportements similaires furent repérés chez certains promoteurs de projets enregistrés sous la MOC.

1.3.1.2 Mise en œuvre conjointe

La MOC, introduite par l'article 6 du Protocole de Kyoto, permet à « toute Partie visée à l'Annexe I [de] céder à toute autre Partie ayant le même statut, ou acquérir auprès d'elle, des unités de réduction des émissions découlant de projets visant à réduire les émissions anthropiques par les sources ou à renforcer les absorptions par les puits de gaz à effet de serre dans tout secteur de l'économie [...] » (CCNUCC, 1997, p.7-1). Cette définition montre que, contrairement au MDP, la MOC n'impliqua que des PD. Il exista deux procédures pour le développement d'un projet de réduction d'émissions sous la MOC. La première était une procédure simplifiée dans le cadre de laquelle le PD hôte souhaitant vendre des crédits compensatoires, appelés unités de réduction d'émissions (URE), dû respecter six critères (CCNUCC, 2005) :

1. Être une Partie au Protocole de Kyoto
2. Avoir une quantité d'UQA calculée et enregistrée pour le système international d'échange
3. Avoir mis en place un système d'estimation des émissions anthropiques par les sources et de l'absorption par les puits des GES non règlementés par le Protocole de Montréal
4. Avoir mis en place un inventaire des estimations des émissions anthropiques par les sources et de l'absorption par les puits des GES non règlementés par le Protocole de Montréal
5. Avoir communiqué son inventaire annuel le plus récent
6. Avoir soumis les informations supplémentaires requises pour la quantité attribuée par rapport aux émissions absorbées

La seconde procédure intervenait généralement lorsque le PD hôte ne respectait pas un ou plusieurs critères de la première procédure. Ceci dit, elle pouvait être tout de même suivie selon la volonté du PD hôte même si l'ensemble des critères de la première procédure étaient respectés. Cette seconde procédure s'inspirait grandement de celle mise en place sous le MDP car elle requérait les services d'une entité indépendante accréditée par le comité de supervision de la MOC (l'équivalent du conseil exécutif du MDP). Les six étapes décrites pour le MDP étaient identiques, seul le vocabulaire différa (Brohé *et al.*, 2009) : soumission d'un résumé du projet, rédaction du rapport complet du projet, détermination du rapport par une entité indépendante accréditée, révision du rapport par le comité de supervision, détermination finale du projet par le comité de supervision et transfert d'URE par le PD hôte. Les URE émises au PD acheteur provenaient de la quantité d'UQA que le PD hôte détenait. Cela permettait premièrement de ne pas avoir à vérifier et à certifier régulièrement le projet après sa détermination finale, et deuxièmement d'éviter la double comptabilité, c'est-à-dire que les deux PD bénéficient des mêmes réductions d'émissions. En outre, cela incitait le PD hôte à choisir un scénario de référence à faibles émissions pour le projet car plus il

émettait d'URE, plus il perdait d'UQA, se mettant alors en difficulté pour respecter son plafond d'émissions de GES.

Étant donné que les transactions d'URE étaient liées aux allocations d'UQA, les projets sous la MOC devaient attendre le début de la première période d'engagement du Protocole de Kyoto pour voir le jour. Naturellement, les pays en possession d'une grande quantité d'UQA étaient en bonne position pour accueillir beaucoup de projets développés sous la MOC. Nous avons évoqué le cas de la dissolution de l'ancien bloc soviétique dont les pays issus, dits en transition, devinrent les bénéficiaires de grandes quantités d'UQA grâce à la liberté du choix de l'année de référence des niveaux d'émission qui leur fut accordée. C'est donc sans surprise que la Russie et l'Ukraine attirèrent énormément de projets ; en conséquence, la part de leurs transferts d'URE fut estimée à près de 86%, dont 60% pour la Russie seule (Brohé *et al.*, 2009). L'Allemagne fut le seul pays de l'UE en 2008 à avoir développé des projets selon la seconde procédure. Un an plus tard, un peu plus de deux cents projets étaient en préparation, en cours de détermination finale ou déjà opérationnels parmi lesquels la plupart étaient dans les domaines de la destruction du CH₄ et des énergies renouvelables.

À l'instar du MDP, la MOC connut également au cours de son fonctionnement des soucis concernant le principe d'additionnalité. Un rapport du *Stockholm Environment Institute* daté de 2015 classa un échantillon de soixante projets de réductions d'émission de GES enregistrés sous la MOC selon trois catégories : additionnalité plausible, additionnalité en question et additionnalité non plausible. Ces trois catégories furent basées sur la durée écoulée entre la demande d'enregistrement sous la MOC et l'initiation du projet (Kollmuss *et al.*, 2015). Sur les soixante projets, six (10% de l'échantillon) n'étaient aucune documentation disponible au moment de l'étude. Douze promoteurs (20% de l'échantillon) entamèrent les démarches d'enregistrement à l'intérieur de trois ans à partir de l'initiation de leurs projets,

indiquant une additionnalité plausible car les projets semblaient être motivés par la MOC (Kollmuss *et al.*, 2015). Seize promoteurs (27% de l'échantillon) entamèrent les mêmes démarches entre trois et cinq ans après l'initiation de leurs projets. Enfin, vingt-six promoteurs (43% de l'échantillon) entamèrent ces démarches au-delà de cinq ans après l'initiation de leurs projets, suscitant une additionnalité non plausible des émissions de GES réduites (Kollmuss *et al.*, 2015). Cette révélation est d'autant plus problématique que, toujours selon le rapport, 73% des crédits compensatoires octroyés à ces soixante projets sur la première période d'engagement du Protocole de Kyoto furent attribués aux vingt-six promoteurs dont l'additionnalité des réductions d'émission est non plausible (Kollmuss *et al.*, 2015).

Deux des auteurs du rapport du *Stockholm Environment Institute* publièrent un article la même année intitulé « Effets pervers des marchés du carbone sur les projets de réduction de HFC-23 et de SF₆ en Russie » (Schneider et Kollmuss, 2015). L'étude fut concentré sur cinq projets de réductions d'émission de HFC-23, de SF₆ et d'acide trifluoroacétique (TFA). Afin d'éviter d'augmenter la production de ces gaz pour générer plus d'émissions et ainsi réclamer les crédits compensatoires issus de ces émissions, il est recommandé de plafonner la production des projets. Le calcul de ce plafond est propre à chaque projet, et est surveillé par le comité de supervision de la MOC ou seulement par les pays hôtes des projets (Schneider et Kollmuss, 2015). La France, pays hôte du projet de production de TFA, a instauré un plafond de production calculé selon les profils historiques d'émission du projet. Malheureusement, aucune donnée disponible au moment de l'étude ne permit d'attester de l'efficacité de ce plafond (Schneider et Kollmuss, 2015).

Les quatre autres projets de l'échantillon furent implantés en Russie. Trois d'entre eux furent enregistrés sous la MOC dès 2008, tandis que le dernier ne le fut qu'en 2012 et reçut des crédits compensatoires de manière rétroactive. Les trois promoteurs des projets enregistrés depuis 2008 appliquèrent initialement des plafonds sur leur

production, mais les retirèrent en 2010 et réclamèrent les crédits compensatoires issus de leurs émissions supplémentaires. Pour le quatrième projet, son promoteur n'appliqua aucun plafond sur toute la première période d'engagement du Protocole de Kyoto. Pour ces quatre projets, la comparaison avec leurs profils historiques d'émission montra que leurs émissions sur la période 2008-2012 étaient en très nette augmentation, démontrant un clair incitatif à générer plus d'émissions de GES afin de se voir octroyer une quantité plus importante de crédits compensatoires (Schneider et Kollmuss, 2015).

1.3.2 La Chicago Climate eXchange

Après les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto, nous nous tournons vers l'Amérique du Nord avec un système d'échange de commodités pensé par et créé pour le monde entrepreneurial. La *Chicago Climate eXchange* (CCX) est né en 2003 de l'idée de Richard Sandor de créer un système de plafonnement et d'échange basé sur un engagement volontaire. Les acteurs socio-économiques fondateurs furent pour la plupart de grandes entreprises multinationales britannique, américaine mais aussi française, à l'origine réunies sous le nom de *Partnership for Climate Action* (Coelho, 2009). Il exista cinq catégories de participants à la CCX classées selon le type d'engagement : membre complet, membre associé, membre participant, participant à l'échange et participant au registre (CCX, 2011).

Les membres complets étaient des acteurs socio-économiques possédant des installations émettant directement des GES pour lesquels ils s'engagèrent à respecter des objectifs fixes de réductions d'émission (CCX, 2011). Les membres associés étaient des acteurs socio-économiques émettant indirectement des GES pour lesquels ils s'engagèrent à compenser leurs émissions (CCX, 2011). Les membres participants correspondaient aux acteurs socio-économiques ayant un rôle autre que de se

conformer à un objectif de réduction ou de compensation d'émissions de GES (Exergis, 2007). Ils étaient identifiés comme fournisseurs de liquidités, ainsi que fournisseurs ou agrégateurs de crédits compensatoires (CCX, 2011). Les fournisseurs de liquidités étaient aussi appelés, dans le jargon économique, teneurs de marché (*market makers*). Ils ne participaient aux échanges de commodités que dans un but financier. Les fournisseurs ou agrégateurs de crédits compensatoires correspondaient aux propriétaires et implémenteurs de projets, ainsi qu'aux entités vendant des crédits compensatoires (CCX, 2011). Les participants à l'échange n'avaient pas accès à la plateforme de transaction, mais détenaient un compte afin d'acheter et retirer des commodités par transaction financière (CCX, 2011). Les participants au registre étaient des acteurs socio-économiques ne s'engageant qu'à produire des rapports de leurs émissions de GES qui étaient vérifiés pour une tierce partie.

La CCX était composée de trois éléments : une plateforme de transaction, une plateforme de compensation et de règlement et un registre (Southworth, 2009). La plateforme de transaction était l'endroit où les membres participaient de manière électronique à des enchères d'achat, ou postaient des offres de vente de commodités (CCX, 2011). La plateforme de compensation et de règlement était l'endroit où les paiements des échanges de commodités opérés sur la plateforme de transaction étaient pris en charge (CCX, 2011). Le registre était une base de données électronique comportant les comptes des membres autorisés à échanger des commodités, y compris ceux n'ayant pas accès à la plateforme de transaction (CCX, 2011). Les membres pouvaient ouvrir des comptes additionnels, voire même des sous-comptes pour faciliter la gestion de leurs commodités (CCX, 2011).

Pour les membres complets, l'objectif de la première phase, de 2003 à 2006, était de réduire de 1% par année leurs émissions de GES par rapport à un profil historique d'émissions basé sur la période 1998-2001. Celui de la seconde phase était d'atteindre 6% de réduction sous ce même profil historique d'émissions en 2010. Les membres

complets de la première phase n'avaient donc à réduire leurs émissions de GES que de 2% durant la seconde phase, tandis que les nouveaux membres complets devaient réduire les leurs de 6% sur les quatre ans de la seconde phase (Exergia, 2007).

Les commodités échangées pour se conformer à l'objectif de réduction d'émissions de GES portaient le nom de *carbon financial instruments* (CFI). Ils pouvaient être des allocations d'émission, des crédits compensatoires ou d'autres instruments établis par le conseil d'administration (CCX, 2011). La quantité totale d'allocations distribuée par vente aux enchères trimestrielle était déterminée selon la différence entre le profil historique et l'objectif de réductions d'émission de chaque membre complet. En outre, deux autres cas particuliers pouvaient déclencher la création d'allocations. Le premier cas concernait les membres complets non producteurs d'électricité, ceux-ci pouvaient ajouter leur achat d'électricité (*electricity purchase opt-in*) comme objectif de réduction supplémentaire (CCX, 2011). Les quantités d'allocations alors distribuées à chacun de ces membres étaient déterminées selon la moyenne de leur consommation électrique sur la période 1998-2001 et l'objectif de réduction supplémentaire, identique à celui de réduction des émissions des GES (CCX, 2011). Le second cas concernait les membres complets du secteur forestier commercial, ceux-ci pouvaient quantifier les stocks de carbone capturés par les arbres des territoires qu'ils possédaient (CCX, 2011). Une méthodologie de calcul était fournie pour la quantification des stocks, et les résultats faisaient l'objet de rapports produits annuellement (CCX, 2011). Les quantités d'allocations alors distribuées à chacun de ces membres étaient calculées selon l'augmentation des stocks de carbone d'une année à l'autre (CCX, 2011).

Les crédits compensatoires provenaient de projets de réduction d'émissions de GES possédés par des membres complets ou des membres participants (CCX, 2011). En outre, les membres complets ayant des projets de réduction démarrés avant 1999 avaient accès à des crédits d'action précoce. Les crédits compensatoires issus du MDP étaient également autorisés dans le respect de la conformité des membres complets

(CCX, 2011). Pour l'ensemble de la première phase, les crédits compensatoires et les crédits d'action précoce n'étaient acceptés qu'à hauteur de 5% de la quantité totale de CFI détenue par un membre complet (CCX, 2011). Cette proportion passait à 9,875% pour l'ensemble de la seconde phase. La mise en conformité des membres complets suivait un processus portant le nom de *true-up*. Il s'agissait de la soumission de la quantité de CFI équivalente à celle de GES émis sur une année (CCX, 2011). Les membres complets étaient autorisés à choisir les types de CFI qu'ils soumièrent, qui étaient par la suite transférés dans leurs comptes de retrait (CCX, 2011).

Lors du passage à la seconde phase en 2007, le volume de transactions au sein de la CCX doubla, mais seulement 10% d'entre elles comportèrent des crédits compensatoires (Bayon *et al.*, 2009). La part de la CCX au sein de l'ensemble du marché du carbone volontaire nord-américain cette même année fut de 32%, et sa croissance l'année suivante fut de 244% (Corbera *et al.*, 2009). De son lancement jusqu'à 2008, le nombre de membres complets et associés passa de 19 à 350, allant de grandes entreprises (*FordMotor*, *International Business Machines*) à des gouvernements (état du Nouveau-Mexique) en passant par des ONG (*World Resources Institute*). La suite fut cependant moins rose pour la CCX qui ne fut pas renouvelée pour une troisième phase, et qui cessa donc son activité en 2011. D'un point de vue économique, la loi de l'offre et de la demande se déséquilibra progressivement en faveur de l'offre au cours de la seconde phase, le volume trop important de CFI fit inévitablement chuter leur prix. Deuxièmement, sur le plan politique, la loi des démocrates Henry Waxman et Edward Markey, adoptée par la Chambre des Représentants, ne fut jamais apportée devant le Sénat pour être votée. Ce texte, appelé *American Clean Energy and Security Act*, prévoyait entre autres la mise en place d'un système de plafonnement et d'échange dérivant du système communautaire d'échange de quotas d'émissions européen.

Néanmoins, le relatif succès initial de la CCX poussa l'entreprise *Climate Exchange* à mettre sur pied plusieurs plateformes secondaires, dont le *Montreal Climate eXchange* (MCeX) en association avec le *Montreal Exchange*. Née en 2008, la bourse climatique de Montréal eut une durée de vie raccourcie, peu aidée par l'absence d'une politique claire à propos des crédits compensatoires. Dans le cadre de son plan d'action intitulé « Prendre le virage » de 2008, le gouvernement fédéral afficha pourtant son intention de se lancer dans l'échange de commodités à travers deux mesures : un système canadien de crédits compensatoires pour les GES, et un programme canadien de crédit pour des mesures d'action précoce. Ces deux mécanismes ne virent jamais le jour, et le MCeX disparut quelques années plus tard. Au même titre, la *Canadian Climate Exchange*, bourse climatique affiliée au *Winnipeg Commodity Exchange*, fut également victime de cette absence de politique fédérale sur les crédits compensatoires (Southworth, 2009). Nous reviendrons sur ces deux initiatives fédérales au cours du chapitre suivant qui retracera brièvement les réglementations fédérale et québécoise sur les crédits compensatoires.

CHAPITRE 2 LA PLACE DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU NIVEAU FÉDÉRAL ET AU QUÉBEC

Les crédits compensatoires sont arrivés sur la scène internationale avec le MDP et la MOC du Protocole de Kyoto. Durant la période de conception de ces instruments, le Canada concocta ses propres moyens de réduction d'émissions de GES par le biais des crédits compensatoires. Faisant face à une forte augmentation de ses émissions de GES, en particulier du secteur industriel, le gouvernement fédéral souhaitait se préparer à la mise en vigueur du Protocole de Kyoto qu'il ratifia tardivement. De son côté, le Québec décida de bâtir son propre système de crédits compensatoires au début des années 2000 dont l'efficacité fut négligeable. Néanmoins, sa conception robuste fut utilisée comme modèle par le gouvernement fédéral pour le système fédéral de crédits compensatoires qu'il désira mettre en place. Ce second chapitre retrace cette évolution de la politique fédérale et québécoise en matière de crédits compensatoires pour en arriver au sujet de ce travail de recherche et aux objectifs qui ont été déterminés.

2.1 Politique fédérale sur les crédits compensatoires

Étant un pays faiblement peuplé, le Canada dans sa globalité n'est jamais considéré comme un gros pollueur, à l'inverse de son voisin américain. C'est lorsque l'on divise les émissions de GES par habitant que le Canada se trouve effectivement parmi les pays les plus pollueurs. Durant la décennie 1990, le Canada connut une augmentation de ces émissions de GES par habitant que le gouvernement fédéral tenta d'enrayer au travers de plusieurs initiatives. Au cours de cette première partie, nous retraçons

l'évolution de la législation en matière de réduction d'émissions de GES au niveau fédéral, et plus particulièrement concernant les crédits compensatoires.

2.1.1 Émissions canadiennes de GES durant la décennie 1990

À l'entrée du XXI^{ème} siècle, les États-Unis furent le champion incontesté en termes d'émissions de GES, tant globales que par habitant. En termes de croissance d'émissions de GES, le Mexique est celui qui progressa le plus en raison d'une forte croissance économique.

De son côté, le Canada connut aussi une augmentation de ses émissions de GES au cours des années 1990 (tableau 2.1). On remarque qu'elles augmentèrent de 26,5%, contre 15,8% pour les États-Unis. En 2004, le total canadien d'émissions de GES atteignit 758 Mt_{eq}CO₂. Étant faiblement peuplé, le Canada restait loin derrière les États-Unis en termes de responsabilité dans le réchauffement climatique avec une part de 2% des émissions mondiales de GES. Néanmoins, il se rapprocha de son voisin américain en termes d'émissions de GES par habitant. En 2000, un habitant canadien rejetait 22,1 t_{eq}CO₂ par année, contre 24,5 t_{eq}CO₂ pour un habitant américain. Ainsi, l'écart se combla au niveau mondial, le Canada venant se positionner au septième rang juste derrière les États-Unis sixièmes.

Tableau 2.1 : Situation de l'Amérique du Nord au tournant du XXI^{ème} siècle en termes d'émissions globales et par tête de GES (source : Selin et VanDeveer, 2009, p.5).

Catégories	Canada	USA	Mexico
<i>Émissions totales de GES en 1990</i>	599	6109	383
	Mt _{eq} CO ₂	Mt _{eq} CO ₂	Mt _{eq} CO ₂

<i>Émissions totales de GES en 2004 (2002 pour le Mexique)</i>	758 Mteq CO ₂	7074 Mteq CO ₂	643 Mteq CO ₂
<i>Croissance des émissions depuis 1990</i>	26,5%	15,8%	67,9%
<i>Émissions par habitant de GES en 2000</i>	22.1 teq CO ₂	24,5 teq CO ₂	5.2 teq CO ₂
<i>Classement mondial d'émissions par habitant de GES en 2000</i>	7 ^{ème}	6 ^{ème}	76 ^{ème}
<i>Nombre d'habitants en 2000</i>	31 000 000	280 000 000	100 000 000
<i>Part des émissions mondiales de GES en 2000</i>	2%	20,6%	1,5%

2.1.2 Initiatives fédérales sur les crédits compensatoires

Le gouvernement fédéral tenta de réagir face à l'augmentation des émissions nationales de GES en se donnant pour objectif de réduire ses émissions de GES de 6% sous le niveau de 1990 sur la période 2008-2012. Cet engagement, pris en tant que Partie à la CCNUCC pour ultérieurement ratifier le Protocole de Kyoto en 2002, fut décidé malgré l'opposition de certaines provinces car le gouvernement fédéral ne parvint pas à trouver un compromis sur la distribution des réductions d'émission au niveau provincial. En avril 1998, une réunion conjointe des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux sur l'énergie et l'environnement tenue à Toronto aboutit à l'approbation de la mise en place d'un système volontaire de crédits pour mesures rapides. Celui-ci visa en particulier le secteur industriel afin de l'encourager à réduire ses émissions de GES avant même l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto. La Table de l'Industrie répondit à cette décision à travers un rapport sorti en février 2000 dans lequel elle se positionna en faveur d'un tel système. Plus généralement, l'organisme encouragea les

gouvernements à « appuyer vigoureusement les mesures volontaires et leur mise en œuvre dans d'autres secteurs de l'économie canadienne » (Table de l'Industrie, 2000). De surcroît, elle estima que le gouvernement fédéral aurait tout intérêt à « poursuivre son examen des avantages d'un régime international d'échange de crédits d'émissions », pourvu que « les règles du jeu soient les mêmes pour le Canada, les entreprises canadiennes et les autres pays » (Table de l'Industrie, 2000).

En février 1999, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie publia un rapport sur les « critères possibles pour la création de crédits de réduction d'émissions dans le cadre d'un programme national d'échange de ces crédits » (Haïtes *et al.*, 1999). Le document reprit les critères de réduction d'émissions inclus dans le Protocole de Kyoto, en particulier l'additionnalité, auxquels il en ajouta d'autres « qui rehausseront la qualité des crédits de réduction des émissions de gaz à effet de serre » (Haïtes *et al.*, 1999). L'année suivante, le plan d'action 2000 du gouvernement du Canada sur le CC resta très discret à propos des crédits, réitérant la recommandation faite par la Table de l'Industrie de « renforcer l'action volontaire dans tous les secteurs économiques » (Gouvernement du Canada, 2000). On y retrouvait tout de même quelques termes se rapprochant du marché du carbone volontaire tels que « implanter une protection des scénarios de référence » ou encore « établir un centre de vérification des GES pour accréditer la vérification des actions de l'industrie » (Gouvernement du Canada, 2000). Le troisième rapport national du Canada sur les changements climatiques, daté de 2001, fit état de trois transactions de crédits compensatoires ayant eu lieu en Colombie-Britannique, en Alberta ainsi qu'en Saskatchewan. Début 2002, le rapport annuel du Fonds d'action pour les changements climatiques mentionna les crédits comme option de « compensation pour les secteurs non couverts » par un éventuel système « d'échange de droits d'émissions intérieur » (FACC, 2002). Toutes ces avenues de travail furent regroupées dans le deuxième plan national d'activités sur les changements climatiques que le gouvernement fédéral publia en mai 2002. Par ailleurs, ce dernier encouragea depuis le plan d'action 2000 à la participation aux mécanismes

de flexibilité du Protocole de Kyoto par le biais de la création du Bureau canadien du MDP et de la MOC (« Application Conjointe ») comme moyen pour « les entités canadiennes [d'] obtenir des crédits de réduction des émissions » (Gouvernement du Canada, 2002).

En 2005, lors d'une allocution tenue à la chambre de commerce de Vancouver à propos du Projet vert canadien, Stéphane Dion, alors ministre de l'Environnement, évoqua l'élaboration « d'un ensemble de règlements pour un système de crédits compensatoires » (Dion, 2005). Il décrivit un mécanisme basé sur l'attribution de crédits « aux petites et grandes industries, aux entreprises technologiques, aux municipalités, aux fermiers, aux forestiers et aux citoyens canadiens » réduisant leurs émissions de GES, et capables ensuite de les vendre, créant ainsi « une manière efficace d'obtenir le maximum de réductions d'émissions au moindre coût » (Dion, 2005). Ce mécanisme fut inclus dans le cadre réglementaire sur les émissions industrielles de GES que le gouvernement fédéral annonça en avril 2007. Cette mesure, qui fit partie du plan d'action intitulé « Prendre le virage », eut pour objectif « de permettre au secteur industriel de réaliser, d'ici 2020, une réduction des émissions directes et indirectes de l'ordre de 165 Mt » (Gouvernement du Canada, 2008). Le système de crédits compensatoires fut un parmi quatre « mécanismes de conformité », les trois autres furent un programme de crédit pour des mesures d'action précoce, un fonds technologique et le MDP (Gouvernement du Canada, 2008). Un document, daté de mars 2008, décrivit plus en détail le système de crédits compensatoires, jusqu'à y faire figurer un aperçu (Annexe A) de son fonctionnement dans lequel on retrouve quatre étapes de création des crédits, un peu différentes néanmoins de celles décrites au cours de la première partie de ce mémoire. Un autre document, également daté de mars 2008, fut produit par le gouvernement fédéral pour le programme de crédit pour des mesures d'action précoce dont l'objectif fut de « compenser les inconvénients auxquels une entreprise pourrait faire face après avoir entrepris des mesures supplémentaires visant à réduire les gaz à effet de serre [...] avant même que le [cadre] réglementaire n'ait été établi » (Gouvernement du Canada, 2008).

Le cadre réglementaire sur les émissions industrielles de GES, qui n'entra jamais en vigueur, aurait aidé le gouvernement fédéral à atteindre son nouvel objectif de réduction d'émissions fixé à 20% sous le niveau de 2006 en 2020, avec l'intention de conserver ce plafond sur les cinq années suivantes (Gouvernement du Canada, 2008). Ainsi, face à l'impossibilité de respecter l'engagement de réduction des émissions, le premier ministre Steven Harper, soutenu par les compagnies pétrolières, fit le choix de retirer le Canada du Protocole de Kyoto en 2011 tout en conservant la possibilité d'utiliser le MDP pour échanger des crédits compensatoires. Fin 2017, le gouvernement fédéral publia le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques afin d'amener le pays à respecter ou dépasser son objectif de réduction de ses émissions de GES à 30% sous les niveaux de 2005 (Gouvernement du Canada, 2017). Le document vient plus particulièrement appuyer sa volonté d'instaurer une « tarification de la pollution au carbone » à l'échelle du pays (Gouvernement du Canada, 2017). Parmi plusieurs mesures complémentaires, « un cadre de protocole de compensation canadien » est actuellement en cours d'élaboration grâce à une concertation entre les gouvernement fédéral, provinciaux et territoriaux « par l'entremise du Conseil canadien des ministres de l'Environnement » (Gouvernement du Canada, 2017). Celui-ci a mis sur pied une équipe de projet sur les crédits compensatoires qui « a formulé plusieurs recommandations, que les ministres ont accepté d'adopter comme base pour l'élaboration du cadre [pancanadien des crédits compensatoires] » (CCME, 2018). À l'échelle internationale, le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques fait référence à l'article 6 de l'Accord de Paris, adopté en 2015 et ratifié aujourd'hui par plus de 160 pays, qui concerne « l'utilisation de résultats d'atténuation transférés au niveau international aux fins des contributions déterminées au niveau national » (CCNUCC, 2015). Il s'agit « d'un mécanisme pour contribuer à l'atténuation des émissions de GES et promouvoir le développement durable, [...] à l'intention des Parties, qui l'utilisent à titre volontaire » (CCNUCC, 2015). Le gouvernement fédéral vise, via ce mécanisme, « à

obtenir des crédits pour les réductions d'émissions dans d'autres régions du monde, en tant que complément à d'autres efforts de réduction des émissions au Canada » (Gouvernement du Canada, 2017).

2.2 Règlementation québécoise en matière de crédits compensatoires

Peu des initiatives fédérales sur les crédits compensatoires virent le jour, et la sortie du Protocole de Kyoto en 2011 illustra la réticence du gouvernement fédéral à réduire les émissions de GES du pays au moyen d'instruments réglementaires. Les provinces prirent alors le flambeau de la réduction des émissions de GES, en particulier le Québec auquel nous nous intéressons au cours de cette deuxième section. Le Canada ratifia la CCNUCC en 1992, soutenu par la province québécoise qui adhéra aux principes du traité international via un décret. À l'instar du gouvernement fédéral, le Québec choisit aussi de privilégier les réductions volontaires pour baisser ses émissions de GES. Le gouvernement provincial décida cependant d'introniser en 1996 son propre instrument, le programme ÉcoGESTe, alors que son équivalent fédéral Mesures Volontaires et Registre fut lancé un an plus tôt. ÉcoGESTe fut avant tout un « programme d'enregistrement des mesures volontaires relatives aux changements climatiques » qui cibra « les entreprises ainsi que les organismes publics [...] invités à s'engager dans une relation de partenariat avec le gouvernement du Québec dans l'atteinte de l'objectif fixé quant à la réduction des GES » (Macdonald *et al.*, 2011).

ÉcoGESTe, arrêté en 2005, demeura d'une relative inefficacité en termes de réduction des émissions de GES, mais il fut particulièrement apprécié du secteur privé, en particulier industriel, qui pris sa transparence en matière de reconnaissance des efforts de réduction (Macdonald *et al.*, 2011). Le programme aurait pourtant dû servir de base, au même titre que Mesures Volontaires et Registre, au programme canadien de crédit

pour mesures d'action précoce que le gouvernement fédéral souhaitait mettre en place comme mécanisme de conformité du cadre règlementaire sur les émissions industrielles de GES. Pour cela, le bureau d'enregistrement des mesures volontaires sur les changements climatiques, l'organisme en charge de la gestion d'ÉcoGESte, appliqua le « programme de protection du niveau de référence » afin que les réductions d'émissions réalisées par les entreprises de 1990 à 2008 soient reconnues en cas de mise en place du programme canadien de crédit pour mesures d'action précoce (Gouvernement du Québec, 2000).

Avec son plan d'action 2006-2012 intitulé « un défi pour l'avenir », le gouvernement provincial décida « d'opter pour une approche règlementaire de plafonnement et d'échange de droits d'émissions de GES afin de favoriser l'atteinte de la cible de réduction du secteur industriel québécois » (Gouvernement du Québec, 2008). Ce contraste avec la mise en avant des réductions volontaires d'émissions de GES de la décennie 1995-2005 fut renforcé par l'adhésion à la *Western Climate Initiative* (WCI), organisme de promotion des systèmes de plafonnement et d'échange sur lequel nous reviendrons un peu plus en détail ci-après. Concernant les crédits compensatoires, le gouvernement provincial prévoyait l'implantation d'un « programme de formation pour les entreprises et organismes québécois sur les différents systèmes de crédits de CO₂ » (Gouvernement du Québec, 2008). Avec les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto en vigueur, et la bourse climatique de Montréal MCeX tout juste lancée, l'objectif de ce programme était de « préparer les entreprises à ces marchés potentiels et d'encourager la réalisation de projets de réduction d'émissions de GES » (Gouvernement du Québec, 2008).

Le plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques confirma le virage règlementaire entamé par le Québec dans sa politique de réduction des émissions de GES. Le gouvernement provincial jeta son dévolu sur l'implantation d'un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE) pour l'aider à atteindre sa

cible de réduction des émissions de GES de 20% sous le niveau de 1990 fixée pour 2020. À l'instar de la Californie, le SPEDE fut bâti selon le « modèle recommandé pour le programme régional plafonds-échange de la WCI » (WCI, 2008). Il s'agit du document établi par les gouvernements régionaux membres de la WCI « dans le contexte d'un effort complet et régional visant à réduire les émissions globales de contaminants atmosphériques causant le réchauffement climatique afin d'atteindre l'objectif régional de la WCI pour 2020 » (WCI, 2008). Le modèle comprit un « système rigoureux de crédits compensatoires » dont « le rôle principal est de réduire les coûts de conformité au programme de plafonds-échange, tout en assurant l'intégrité environnementale du programme » (WCI, 2008). Toutefois, « afin d'assurer que la plupart des réductions d'émissions soient obtenues par des entités et des installations couvertes par le programme [plafonds-échange] », l'utilisation des crédits compensatoires est limitée « à un maximum de 49% du total des réductions pour la période 2012-2020 », chaque gouvernement régional membre étant « libre de se fixer un pourcentage limite inférieur » (WCI, 2008).

En décembre 2011, le Québec annonça officiellement l'implantation de son programme plafonds-échange, avec l'intention de le lier au programme californien équivalent dont l'intronisation officielle eut lieu le 1^{er} janvier 2012. L'entrée en vigueur du SPEDE intervint exactement un an plus tard, et il fut dans le même temps inscrit à la loi sur la qualité de l'environnement dans la section « assainissement de l'atmosphère » (MDDELCC, 2018). Le règlement concernant le SPEDE désigna deux types de crédits, des crédits compensatoires et des crédits pour réduction hâtive, acceptés à des fins de conformité au sein du programme. La délivrance de crédits pour réduction hâtive est admissible pour les réductions d'émissions de GES ayant eu lieu à l'intérieur de la période comprise entre 2008 et 2011 (titre III, chap. III, art. 65). Ces réductions d'émissions de GES sont déterminées à partir d'une période de référence située entre 2005 et 2007 (titre III, chap. III, art. 65). Les crédits compensatoires sont, eux, issus de projets de réduction d'émissions de GES réalisés sur le territoire du Québec, visés par

un protocole et ayant débuté le ou après le 1^{er} janvier 2017 pour une période d'au plus dix années consécutives (titre III, chap. IV, art. 70.2). Cinq protocoles de crédits compensatoires sont actuellement prévus par le règlement concernant le SPEDE : la destruction du CH₄ par le recouvrement d'une fosse à lisier ; la destruction ou le traitement du CH₄ par les lieux d'enfouissement ; la destruction des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) contenues dans des mousses isolantes ou utilisées en tant que réfrigérant provenant d'appareils de réfrigération, de congélation et de climatisation ; les mines de charbon en exploitation ; et les mines de charbon souterraines en exploitation (Annexe D). Le Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques (MDDELCC) est également tenu de créer et maintenir un registre public des projets de crédits compensatoires enregistrés contenant les informations à propos des promoteurs, ainsi que les documents nécessaires à l'identification et la vérification des projets (titre III, chap. IV, art. 70.1). Lorsqu'un projet est admissible pour la délivrance de crédits compensatoires, le promoteur reçoit l'équivalent de 97% des réductions d'émissions de GES déclarées, les 3% restants sont versés dans le compte d'intégrité environnementale du MDDELCC (chap. IV, art. 70.20). Dans ce compte sont inscrits les crédits compensatoires pouvant être éteints en remplacement de crédits compensatoires illégitimes non remis par un promoteur (titre II, chap. I, art. 6, 5^o). Conformément au modèle recommandé pour le programme régional plafonds-échange de la WCI, le Québec a limité à 8% la quantité de crédits compensatoires maximale pour la couverture des émissions de GES à des fins de conformité (titre III, chap. III, art. 22, 3^o).

2.3 Objectifs de recherche

Le volet des crédits compensatoires du SPEDE représente la partie règlementée du marché des crédits compensatoires au Québec. L'autre partie, correspondant inévitablement au marché volontaire, transige des crédits compensatoires créés selon des standards de certification à partir de projets de réduction d'émissions de GES provenant du Québec ou d'ailleurs. Le suivi du marché volontaire est moins évident que pour le SPEDE car il n'a pas de structure claire, l'engagement volontaire n'oblige à aucune inscription et les transactions ne sont pas inscrites dans un registre commun. Par conséquent, l'information concernant les projets de réduction d'émissions de GES et leurs parties prenantes est encore très éparpillée. Un travail initial de rassemblement et de classification de l'information semble nécessaire, d'où découle le premier objectif de ce travail de recherche.

Objectif I : identifier les acteurs socio-économiques du marché des crédits compensatoires au Québec.

Le but de ce premier objectif est de rechercher les données concernant chaque acteur de chaque projet de réduction d'émissions de GES dont les crédits compensatoires ont été échangés au Québec. Cette masse d'information sera ensuite rassemblée et classée afin de créer un répertoire des acteurs. Par ailleurs, nous serons en mesure d'identifier les acteurs communs au marché volontaire et au volet des crédits compensatoires du SPEDE.

Objectif II : représenter graphiquement le marché des crédits compensatoires année après année sur la période 1999-2015.

À partir du répertoire des acteurs, le but du deuxième objectif est d'illustrer les interactions afin de visualiser la structure du marché des crédits compensatoires. Nous chercherons dans le même temps à retracer l'évolution de la structuration de ces interactions depuis les premiers projets de réduction d'émissions de GES répertoriés

jusqu'au début de ce travail de recherche. En outre, nous tenterons de déterminer la présence d'acteurs centraux, c'est-à-dire ceux occupant des positions privilégiées au sein du marché.

Objectif III : déterminer l'évolution de la structuration du marché des crédits compensatoires observée à partir des cartographies chronologiques.

À l'aide de mesures utilisées en analyse des réseaux, le but du troisième objectif est de caractériser l'évolution de la structure du marché des crédits compensatoires. Nous regarderons également si certains événements politiques et environnementaux ayant eu lieu au cours de la période d'étude purent avoir une incidence sur la structuration du marché.

La présentation du marché des crédits compensatoires de manière théorique et par le biais d'exemples a permis de poser le cadre de ce travail de recherche, et de déterminer les trois objectifs de recherche énoncés ci-dessus. La suite de ce mémoire vient expliquer en détail le travail mené afin de répondre à ces objectifs, à commencer par la méthodologie employée. Celle-ci a permis l'obtention de résultats qui seront ensuite présentés, puis discutés au cours de la dernière partie qui conclura ce mémoire.

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

La méthodologie de recherche était constituée de trois étapes itératives. Nous avons commencé par une revue de la littérature scientifique sur les instruments économiques de réduction des émissions de GES, puis plus précisément à propos du marché du carbone. Cela nous permit d'en venir progressivement à la situation du Québec et de distinguer le marché règlementaire du marché volontaire. La deuxième étape de la méthodologie fut la construction d'un répertoire des acteurs du marché volontaire au Québec qui nécessita une grande collecte d'informations à leur propos. Ce répertoire eut pour rôle de servir de base de données pour la troisième et dernière étape de cette méthodologie, la conception des cartographies des acteurs. Ces dernières nous permirent d'analyser la mise en place du marché volontaire, ainsi que les positions de chaque acteur en son sein et les relations entre chacun d'entre eux.

3.1 Paramètres d'étude

Nous débutons ce chapitre en expliquant les différents paramètres du travail de recherche, ainsi que les choix qui ont été effectués pour mener à bien la méthodologie d'étude.

3.1.1 Échantillon d'étude

Nous entendons par acteurs socio-économiques tout type de participants au marché des crédits compensatoires. Il s'agit des entreprises, associations, municipalités, institutions financières, institutions gouvernementales, institutions religieuses, universités et particuliers présents directement sur le marché des crédits compensatoires. Être présents signifie avoir généré, quantifié, vérifié, vendu ou acheté un ou plusieurs crédits compensatoires.

3.1.2 Territoire d'étude

Compte tenu de la nature du marché des crédits compensatoires, il a fallu trouver un compromis pour délimiter notre territoire d'étude : le projet de réduction d'émissions est implanté au Québec, ou bien le promoteur principal du projet est installé au Québec (siège social ou succursale).

3.1.3 Période d'étude

Selon un premier survol des registres de projets de réduction d'émission de GES au Québec, les plus anciens datent de la deuxième moitié des années 1990. Nous avons décidé de débiter la période d'étude en 1999 car plusieurs projets démarrèrent ou furent en activité cette année-là. La fin de la période d'étude fut fixée en 2015, année durant laquelle démarra ce travail de recherche.

3.2 Méthode de travail

Nous détaillons à présent les différentes étapes qui ont mené à répondre aux trois objectifs fixés. Il est de bon aloi de mentionner ici que ces étapes ne se sont pas strictement déroulées l'une après l'autre. Il y eut plusieurs retours, en particulier vers la revue de littérature, qui ont rendu la méthode plus itérative que linéaire.

3.2.1 Mise au clair de l'objectif de recherche

Alors que le sujet initial de recherche visait spécifiquement les certifications de crédits compensatoires, nous avons choisi de débiter le travail de recherche par effectuer une revue de la documentation sur les marchés du carbone dans leur globalité. Puis, nous avons porté notre attention sur la littérature scientifique concernant le marché volontaire afin d'en apprendre davantage sur les aspects essentiels de son fonctionnement. Nous avons pensé rédiger de courtes monographies sur les standards de certification car leur rôle nous paraissait central dans le fonctionnement du marché volontaire, toutefois cette idée fut prématurément mise de côté.

Le SPEDE venait, à l'époque du début de ce travail de recherche, tout juste d'entrer dans sa deuxième période de conformité, amenant deux grandes nouveautés : la liaison avec le système de plafonnement et d'échange de la Californie, et l'intégration de nouveaux protocoles de crédits compensatoires. Ces derniers nous firent réaliser que le marché des crédits compensatoires au Québec n'est pas uniquement volontaire, et qu'une partie réglementée émerge avec la possibilité d'un lien entre les deux par le biais par exemple d'acteurs communs. C'est suite à une rencontre avec l'actuel

directeur stratégie et solutions d'affaires de la Coop Carbone que ce lien devint plus clair. En effet, les protocoles de crédits compensatoires du SPEDE ressemblent dans les faits à une volonté du MDDELCC de structurer une certaine proportion du marché des crédits compensatoires. Ainsi, plus cette proportion augmente et plus le marché règlementaire accapare des crédits compensatoires du marché volontaire. Notre sujet de recherche semblait alors s'orienter vers l'analyse du marché des crédits compensatoires au Québec dans le cadre d'une phase de transition.

La nouvelle direction prise nous invita à penser cette analyse du marché des crédits compensatoires non plus à travers les certifications, mais au travers des acteurs. Une seconde rencontre avec le professeur Jacques Papy du département des sciences juridiques de l'Université du Québec à Montréal solidifia notre hypothèse d'acteurs communs au marché volontaire et au volet des crédits compensatoires du SPEDE par le biais de la vérification des crédits compensatoires. Par conséquent, au-delà d'une simple phase de transition du marché des crédits compensatoires, nous nous sommes décidés à étudier son évolution au travers de ses acteurs et de leurs interactions.

3.2.2 Répertoire des acteurs

La recherche des acteurs socio-économiques du marché des crédits compensatoires au Québec fut menée parallèlement à la mise au clair de l'objectif de recherche. Plus haut, nous indiquions avoir pensé rédiger des monographies sur les standards de certification au début du travail de recherche. La collecte d'informations prévue à cet effet nous permit de nous rendre compte que les projets de réduction d'émissions de GES implantés au Québec, et plus généralement au Canada, sont inscrits dans les registres du Groupe CSA. Autrefois nommée Association canadienne de normalisation (ou *Canadian Standards Association*), il s'agit d'une organisation à but non lucratif qui

devint en 1946 le représentant canadien de l'Organisation internationale de normalisation. Le groupe a depuis considérablement étoffé son éventail de services et s'est développé à l'international, tout en demeurant l'organisme de certification majeur au Canada. Au sein du marché des crédits compensatoires, le rôle du Groupe CSA est de quantifier et vérifier les réductions d'émission de GES des projets dont les promoteurs font appel à son expertise. Plus concrètement, ces derniers choisissent au sein du Répertoire des fournisseurs de services les prestataires avec qui ils souhaitent faire affaire. Ceux-ci sont formés et accrédités via le Centre de formation du Groupe CSA à l'application de la norme ISO 14064 et de ses dérivés. Pour la réalisation de notre répertoire, nous avons essentiellement puisé dans le registre de GES « ÉcoProjets », ainsi que dans le registre des réductions. Tous deux inventorient exhaustivement la documentation que les promoteurs de projets fournissent afin de certifier les crédits compensatoires qu'ils génèrent.

D'autres promoteurs québécois gèrent des projets de réduction d'émissions de GES implantés en dehors du Québec dont nous avons pu retrouver la trace dans les registres tenus par les entreprises expertes en marché financier *APX* et *IHS Markit*. Celles-ci inventorient les projets de réduction d'émissions de GES certifiés par le *Voluntary Carbon Standard*. Il s'agit d'un « standard de quantification, de vérification et d'inventaire » créé par l'organisation à but non lucratif *Verra* (VCS, 2018). En ce qui concerne les crédits compensatoires du SPEDE, nous avons déjà évoqué que le MDDELCC tient un registre public des projets enregistrés selon les protocoles inscrits au règlement concernant le SPEDE. Nous n'avons retenu pour notre répertoire que les sept projets actifs depuis 2013, dont cinq parmi eux firent partie du programme Biogaz. Celui-ci fut mis en place de 2006 à 2012 par le MDDELCC afin de soutenir financièrement les promoteurs de lieux d'enfouissement non visés par le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles entré en vigueur en 2005. En contrepartie, le captage et la valorisation du biogaz générèrent des crédits compensatoires qui revinrent au ministre.

Après ce travail de recherche des projets et promoteurs québécois du marché des crédits compensatoires, l'ensemble des informations fut rapporté dans le logiciel *Microsoft Excel* et mise sous la forme d'un grand tableau. La méthode de classement fut reprise du modèle de chaîne d'approvisionnement proposé par Ricardo Bayon dans son livre « *Voluntary Carbon Markets: An International business guide to what they are and how they work* » (Bayon *et al.*, 2009) qui démontre les quatre étapes dans la création d'un crédit compensatoire (figure 2). Chacune des étapes met en jeu un acteur particulier : un promoteur, un quantificateur, un vérificateur et un acheteur. Un cinquième acteur, appelé revendeur, peut s'intercaler entre le vérificateur et l'acheteur. Le tableau fut ainsi divisé en cinq avec pour chaque projet les différents acteurs intervenants. Pour chaque acteur, nous avons indiqué son statut légal selon le registraire des entreprises du Québec, ainsi que sa durée d'implication dans le projet. D'autres données plus spécifiques à un type d'acteur furent également collectées telles que la méthodologie de quantification, le standard de certification (si identifié) ou encore la norme de validation. L'aspect final du répertoire comporte deux parties : les projets de réductions d'émission du marché volontaire d'une part, et les projets de création de crédits compensatoires du SPEDE d'autre part.

3.2.3 Cartographie des interactions

Nous considérons une cartographie comme une représentation graphique d'un certain nombre de nœuds connectés par des liens (Freeman, 1979). En analyse des réseaux, deux types de logiciel de cartographie existent selon la taille du réseau à construire : ceux basés sur un langage de programmation d'une part, et ceux utilisant une interface graphique d'autre part. Les premiers sont surtout utiles lorsque les bases de données sont très étendues. Grâce à la rédaction d'un algorithme, ils sont capables de générer des réseaux de taille et de densité très importantes. Cette puissance se fait par contre au

détriment de l'aspect visuel, même si cet aspect est dernièrement en nette amélioration. Les derniers sont moins puissants, mais plus facilement manipulables car ils fonctionnent à partir de formes visuelles. Dans notre cas, ils correspondent davantage à ce que nous recherchions en termes de résultat visuel et d'apprentissage d'utilisation. Nous avons choisi pour notre travail de recherche le logiciel *UCINet* auquel nous nous sommes formés auprès d'une agente de recherche du Centre de recherche interdisciplinaire sur le bien-être, la santé, la société et l'environnement.

3.2.3.1 Logiciel d'analyse de réseaux *UCINet*

La version la plus récente d'*UCINet*, celle utilisée pour notre travail de recherche, est la version 6.577. Auparavant, le logiciel évolua en cinq versions successives depuis sa création en 1984 par une équipe de l'Université de Californie à Irvine (UCI) menée par le professeur Linton C. Freeman. Ce dernier publia un article dans le livre *Connections* paru en 1988 dans lequel il fit état du « rôle des ordinateurs dans le développement de l'analyse des réseaux » (Fall, 1988). Il y indiqua que les progrès en programmation facilitèrent la création de logiciels, en particulier le sien qu'il inclut avec cinq autres comme étant « l'état de l'art en analyse informatique » (Fall, 1988). Toutefois, il reprocha aux premières versions d'*UCINet* d'être « relativement lentes et utiles uniquement pour de petites matrices de données » (Fall, 1988).

Les défauts initiaux furent progressivement corrigés au travers de multiples collaborations, en particulier avec Steven P. Borgatti et Bruce MacEvoy vers la fin des années 1980. Ces derniers apportèrent leur pierre à l'édifice en facilitant la transformation de données pour l'un, tandis que l'autre réécrivit tous les programmes du logiciel sous un seul langage informatique. Un article plus récent daté de 2003, qui évalua six logiciels d'analyse des réseaux dont *UCINet*, affirma qu'*UCINet* est

« probablement la suite informatique la plus connue et la plus utilisée en analyse des réseaux » (Huisman et van Duijn, 2003). Les deux auteurs orientèrent le logiciel vers les chercheurs souhaitant avant tout « obtenir de multiples mesures de description visuelle de réseaux » (Huisman et van Duijn, 2003). Ils ajoutèrent enfin, que malgré la concurrence de meilleurs logiciels, *UCINet* restait une option tout à fait respectable en termes « d'exploration visuelle » lorsque couplé avec l'interface graphique *NetDraw* (Huisman et van Duijn, 2003).

3.2.3.2 Création des cartographies

En analyse des réseaux, il existe deux modes de visualisation différents. Un réseau 2-mode représente les interactions entre deux groupes de nœuds, tandis qu'un réseau 1-mode celles au sein d'un seul groupe de nœuds. Pour notre travail de recherche, nous cherchons à obtenir la représentation des interactions entre les acteurs socio-économiques au travers des projets de réductions d'émission de GES. Il s'agit d'un réseau 1-mode dont nous décrivons ci-après les différentes étapes de création.

3.2.3.2.1 Réseau 2-mode

Pour débiter la création des cartographies, nous avons construit avec le logiciel *Microsoft Excel* une matrice binaire des relations entre les acteurs et les projets à partir du répertoire. Il s'agit d'indiquer par le chiffre « 1 » lorsqu'un acteur est impliqué dans un projet, et par « 0 » lorsqu'il ne l'est pas. Cette matrice des relations fut ensuite importée dans le logiciel *UCINet* avec l'identification choisie pour chaque acteur

(rangée) et chaque projet (colonne). Cette identification est simple : il s'agit pour les acteurs d'une lettre correspondant au type d'acteur suivie d'une numérotation (par exemple : Q05 correspond au cinquième quantificateur de notre répertoire), tandis que les projets sont simplement numérotés. À partir de cette matrice, nous avons obtenu un réseau 2-mode qui représente les liens entre les acteurs et les projets. Les réseaux 2-mode sont, en général, plus fréquemment utilisés en sciences sociales (Borgatti et Everett, 1997).

Après avoir enregistré la matrice des interactions (donnant deux fichiers aux formats `##h` et `##d`), nous l'avons ouverte dans l'interface graphique *NetDraw*. Il s'agit d'un logiciel de visualisation de réseaux qui « utilise plusieurs algorithmes pour représenter des nœuds dans un espace en deux dimensions » (Huisman et van Duijn, 2003). Ces nœuds sont disposés selon « des modèles basés sur la distance géodésique » (Huisman et van Duijn, 2003). La distance géodésique se définit comme « le nombre de relations sur la distance la plus courte d'un [nœud] à un autre » (Hanneman et Riddle, 2005). Il s'agit de la mesure la plus communément utilisée en analyse des réseaux. Nous avons enregistré la représentation graphique du réseau 2-mode sous le format `.vna`, format textuel natif de *NetDraw* contenant des informations standards des nœuds et liens de la cartographie.

Préalablement à l'ouverture de la matrice des relations dans *NetDraw*, nous avons assemblé les données collectées dans le répertoire concernant les acteurs et les projets sous un format textuel (sans espaces, ni ponctuation). Puis, nous les avons importé dans le fichier sous le format `.vna` du réseau 2-mode en remplaçant les informations standards enregistrées. Ces données sont appelées attributs ; ils permettent, dans *NetDraw*, de proposer un choix de sélection des nœuds que nous souhaitons voir apparaître.

3.2.3.2.2 Réseau 1-mode

Notre objectif étant de ne visualiser que les interactions entre les acteurs, nous cherchons donc à obtenir un réseau 1-mode. Contrairement aux sciences sociales, l'analyse des réseaux étudie des paires d'individus. Ainsi, les matrices 2-mode ne sont généralement qu'une étape intermédiaire vers les matrices 1-mode (Borgatti et Everett, 1997). La transformation des données se fait à l'aide du logiciel *UCINet* selon une procédure appelée affiliation. En reprenant la matrice des relations, nous avons choisi de transformer les données des acteurs. Nous avons ainsi obtenu une matrice de cooccurrence. Celle-ci n'est plus binaire car elle compile les relations entre les acteurs au travers des projets qu'ils ont en commun. Autrement dit, lorsque deux acteurs interviennent tous les deux au sein de plusieurs projets, la matrice indique le nombre de projets qu'ils ont en commun.

Nous avons ensuite repris les mêmes étapes que précédemment pour obtenir la représentation graphique du réseau 1-mode dans le logiciel *NetDraw* : enregistrement de la matrice de cooccurrence *UCINet* (pour rappel, deux fichiers *##h* et *##d*), ouverture dans *NetDraw*, enregistrement de la représentation graphique du réseau 1-mode sous le format *.vna* et remplacement des informations standards par les attributs des acteurs dans le fichier au format *.vna*.

3.2.4 Analyse de la structure et des interactions

À partir des cartographies obtenues avec *NetDraw*, nous cherchons à observer la structuration du marché des crédits compensatoires. Il nous a alors paru intéressant de créer des cartographies pour chaque année de la période choisie. Parmi les attributs des

acteurs dans le fichier .vna, nous avons ainsi indiqué la durée d'intervention dans un projet en réalisant une « matrice binaire chronologique » : l'activité d'un acteur à un temps donné (une année) est indiquée par un « 1 », l'inactivité par un « 0 ». Selon notre compréhension des projets de réductions d'émission de GES, un promoteur est actif tout au long de la durée de vie du projet dont il est le gestionnaire. À l'inverse, les autres types d'acteurs n'interviennent que de temps à autre au cours de la durée de vie du projet. Au sens de notre « matrice binaire chronologique », ceux-ci ne sont actifs qu'au moment précis de leur intervention. Dans l'interface graphique *NetDraw*, nous avons alors eu la possibilité de sélectionner les acteurs pour chaque année de la période choisie et en obtenir une représentation graphique.

Il existe un concept basique, fréquemment utilisé en analyse des réseaux, appelé centralité qui se décline sous la forme de plusieurs mesures servant à l'identification des nœuds occupant des positions privilégiées au sein du réseau. Freeman proposa trois mesures permettant d'évaluer la centralité d'un nœud au sein d'un réseau : le degré, l'intermédiarité et la proximité (Freeman, 1979). Le degré d'un nœud se définit par « le nombre de nœuds adjacents à ce nœud » (Freeman, 1979). Originellement perçue comme la mesure phare, elle peut s'expliquer par le fait que plus un nœud a de contact direct avec d'autres nœuds, plus il est central. L'intermédiarité s'explique par « la fréquence à laquelle un nœud se trouve sur le plus court chemin entre une paire de nœuds » (Freeman, 1979). Cette mesure entra en ligne de compte lorsque la représentation graphique des réseaux se démocratisa. En effet, « un nœud se trouvant sur le chemin entre d'autres nœuds démontre un potentiel de contrôle de leur information » (Freeman, 1979). La proximité est « le degré auquel un nœud est proche des autres nœuds du réseau » (Freeman, 1979). Cette mesure « est aussi liée au contrôle de l'information, mais d'une autre manière » (Freeman, 1979). Plus le chemin est court entre un nœud et l'ensemble des autres, ou autrement dit moins il y a de relais entre un nœud et l'ensemble des autres, plus ce nœud détient le contrôle de l'information.

L'interface graphique *NetDraw* est capable d'ajuster visuellement la taille des nœuds en fonction des trois mesures de centralité évoquées ci-dessus. Nous avons ainsi pu réaliser trois cartographies du réseau dans son intégralité faisant ressortir les acteurs occupant des positions privilégiées selon l'une ou l'autre des trois mesures de centralité. Pour appuyer les cartographies, nous avons calculé ces trois mesures de centralité à l'aide du logiciel *UCInet* après avoir préalablement dichotomisée la matrice des cooccurrences.

CHAPITRE 4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Suite à la réalisation de la méthodologie de recherche, nous avons obtenu deux produits : un répertoire des acteurs et plusieurs cartographies du réseau qu'ils forment. D'un côté, la classification des acteurs du répertoire selon leur rôle illustre d'avoir une vue d'ensemble du marché volontaire au Québec que nous avons accompagnée de quelques statistiques capables d'illustrer sa nature ou encore les secteurs d'activité dont proviennent les réductions d'émissions de GES. De l'autre côté, les cartographies du réseau des acteurs nous permirent de déterminer les réseaux primaires et secondaires, tandis que quelques mesures de centralité nous aidèrent dans l'identification des acteurs centraux de ses réseaux. En outre, nous avons pu reproduire l'évolution des réseaux sur la période d'étude choisie grâce aux cartographies chronologiques.

4.1 Répertoire des acteurs socio-économiques

Dans cette première partie, nous présentons les résultats bruts issus du répertoire des acteurs du marché des crédits compensatoires. Tout d'abord, nous avons inventorié au total soixante-quatorze projets de réduction d'émissions de GES. Comme il a déjà été mentionné plus haut dans ce mémoire, sept projets inscrits au registre des projets de crédits compensatoires du MDDELCC sont actuellement actifs. Les soixante-sept autres projets de notre répertoire appartiennent *de facto* au marché volontaire, dont quatre sont implantés en dehors du Québec (Amérique du Sud et Afrique).

Nous avons pu comptabiliser pas moins de seize types de projet, que nous avons classé en huit catégories dans un souci d'équilibre de la répartition (figure 4.1). Les catégories « gestion des déchets », « efficacité énergétique » et « foresterie » arrivent en tête avec respectivement quinze (20%), treize (18%) et douze (16%) projets répertoriés. Les catégories « capture et destruction de gaz » et « énergie verte », avec respectivement douze (16%) et onze (15%) projets répertoriés, sont un regroupement de plusieurs types. La première comporte huit projets de « destruction de méthane », trois projets de « destruction de gaz réfrigérants » et un projet de « capture de gaz ». La seconde comporte cinq projets de « énergie biomasse », deux projets de « traitement de biomasse », deux projets de « énergie renouvelable », un projet de « cogénération » et un projet de « géothermie ». La catégorie « carburant et combustible » comporte, elle, six (9%) projets équitablement divisés en trois types : deux projets de « remplacement de combustible », deux projets de « réduction de la consommation énergétique » et deux projets de « économie de carburant ». Les deux catégories restantes, « recyclage industriel » et « éducation », comportent respectivement quatre (5%) et un (1%) projet parmi les soixante-quatorze répertoriés.

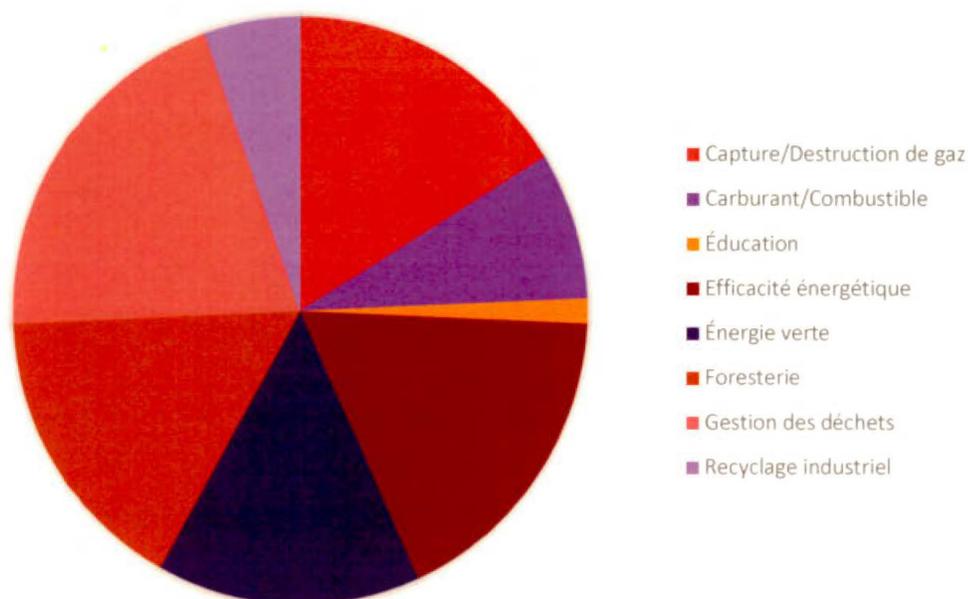


Figure 4.1 : Répartition des projets de réductions d'émission de GES selon les huit catégories répertoriées.

Du côté des acteurs, nous en avons répertorié au total deux cent quarante-quatre. La répartition selon les cinq types d'acteur est la suivante : soixante-treize promoteurs, treize quantificateurs, dix-neuf vérificateurs, neuf revendeurs et cent trente acheteurs. Afin de se faire une idée du secteur d'activité dominant sur le marché des crédits compensatoires, nous avons recensé pour chaque acteur le statut légal selon le registraire des entreprises du Québec. Pas moins de quinze statuts légaux différents ont été répertoriés, et nous avons pu en établir les répartitions selon les cinq types d'acteur.

La figure 4.2 indique neuf statuts légaux recensés parmi les promoteurs de projets. Une forte proportion de ceux-ci sont des sociétés par actions ou compagnie (quarante-deux sur les soixante-treize promoteurs répertoriés). Viennent ensuite les personnes morales sans but lucratif, puis les institutions. Les six statuts légaux restants sont très minoritaires.

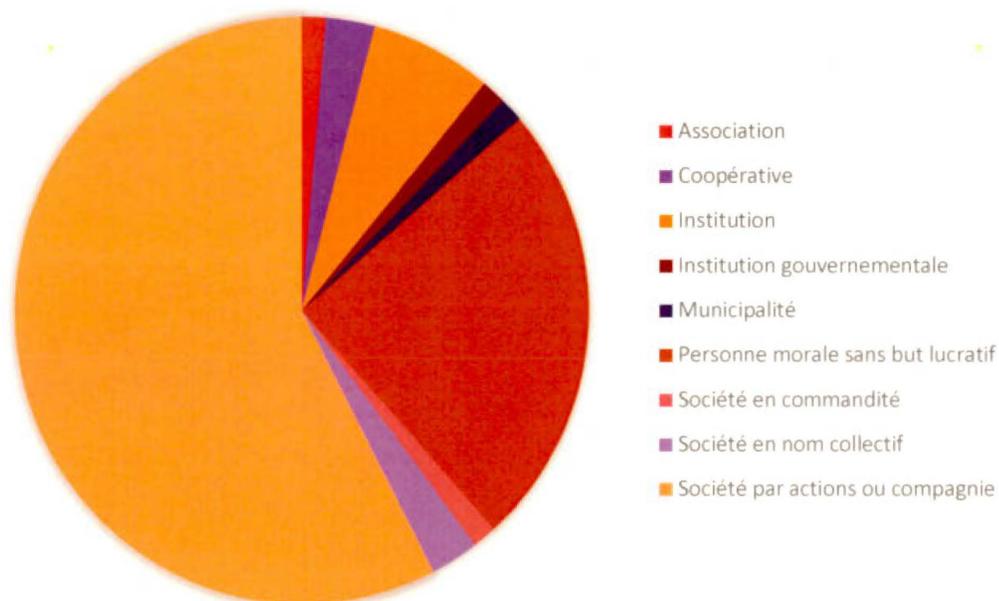


Figure 4.2 : Répartition des statuts légaux parmi les promoteurs de projets de réductions d'émission de GES.

La figure 4.3 montre qu'il y a cinq statuts légaux différents parmi les quantificateurs. Encore plus marquée que parmi les promoteurs, la majorité de sociétés par actions ou compagnie est ici écrasante (neuf sur les treize quantificateurs répertoriés). Nous retrouvons un ratio presque équivalent à deux tiers – un tiers, les quatre autres statuts légaux se partageant équitablement le dernier tiers.

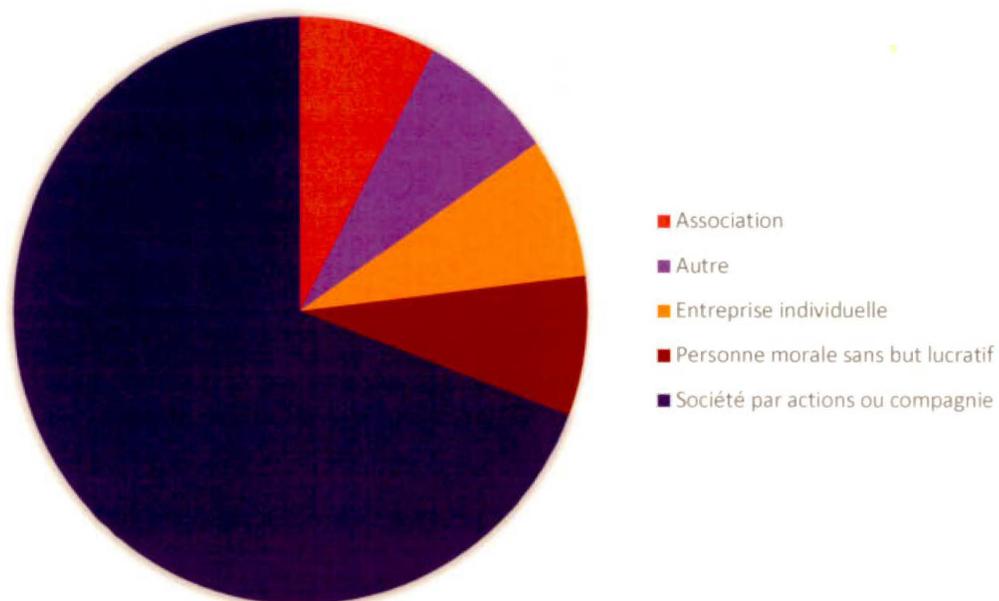


Figure 4.3 : Répartition des statuts légaux parmi les quantificateurs de projets de réductions d'émissions de GES.

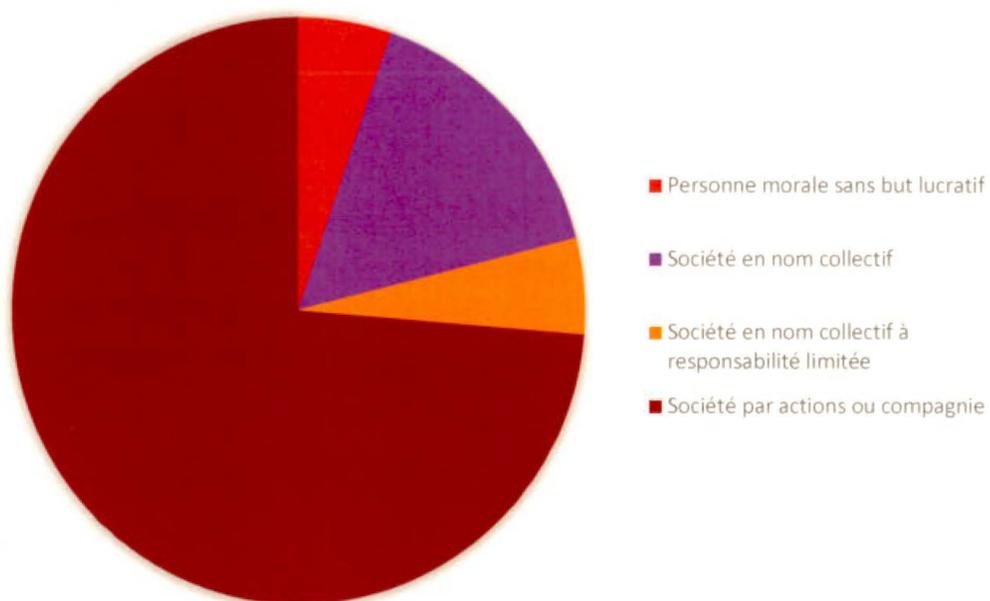


Figure 4.4 : Répartition des statuts légaux parmi les vérificateurs de projets de réductions d'émission de GES.

La figure 4.4 illustre quatre statuts légaux recensés parmi les vérificateurs. Une nouvelle fois, les sociétés par actions ou compagnies sont en écrasante majorité (quatorze sur les dix-neuf vérificateurs répertoriés). Parmi les trois statuts légaux restants, les sociétés en nom collectif sont les plus nombreuses.

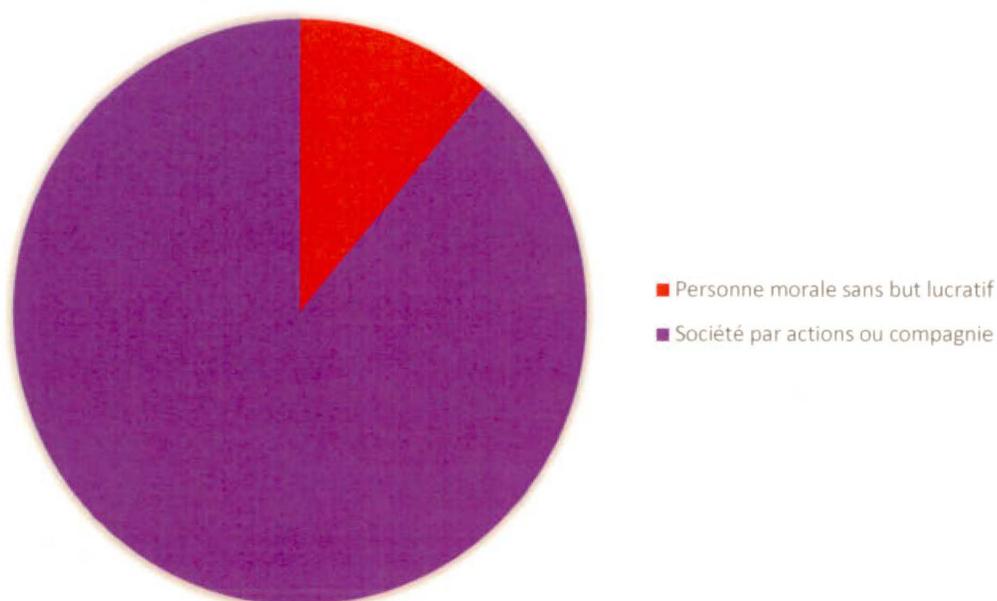


Figure 4.5 : Répartition des statuts légaux parmi les revendeurs de crédits compensatoires répertoriés.

Parmi les revendeurs (figure 4.5), il s'en est fallu de peu pour que les sociétés par actions ou compagnies soient unanimement représentées (huit sur les neuf revendeurs répertoriés), une personne morale sans but lucratif l'en empêchant.

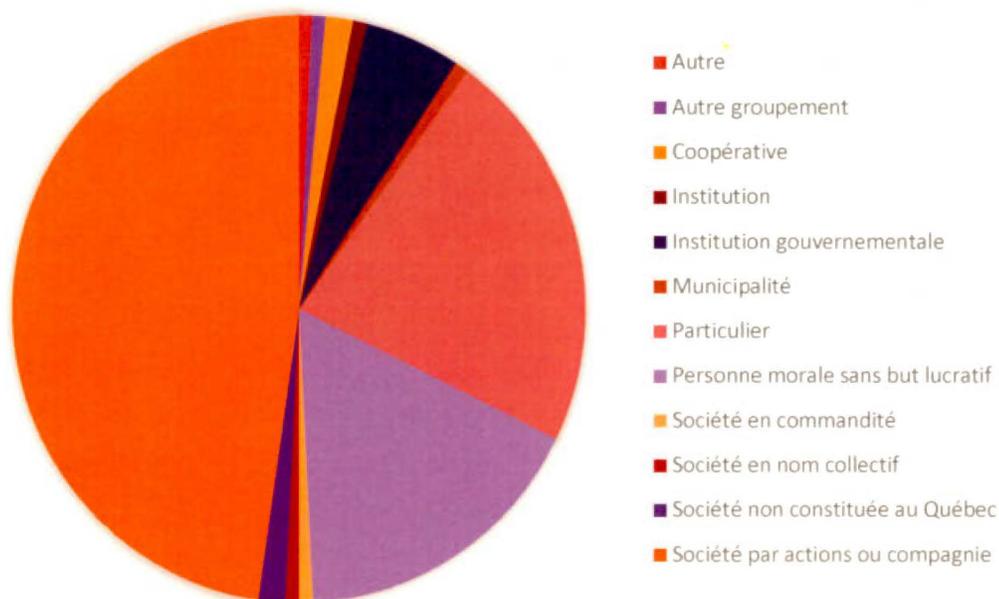


Figure 4.6 : Répartition des statuts légaux parmi les acheteurs de crédits compensatoires répertoriés.

Enfin, les acheteurs sont le seul des cinq types d'acteur où les sociétés par actions ou compagnies ne sont pas majoritaires (soixante-deux sur les cent trente acheteurs répertoriés). Elles représentent, tout de même, près de la moitié de l'ensemble des acheteurs (figure 4.6), puis viennent les particuliers et les personnes morales sans but lucratif. Les neuf statuts légaux restants sont très minoritaires, les institutions gouvernementales sortant néanmoins un petit peu du lot.

4.2 Réseau des acteurs socio-économiques et mesures de centralité

Nous avons, à la fin de la section précédente sur la méthodologie, introduit trois mesures de centralité d'un nœud : le degré, l'intermédiarité et la proximité. Nous présentons au cours de cette deuxième partie quatre cartographies du réseau 1-mode

obtenues avec l'interface graphique *NetDraw* : une première pour dresser un rapide portrait général, puis celles reflétant ces trois mesures de centralité.

4.2.1 Description générale du réseau 1-mode

La figure 9 illustre le réseau des acteurs du marché des crédits compensatoires obtenu à partir de la matrice des cooccurrences. Dans un souci de clarté visuelle, nous avons déterminé une distance entre les nœuds de 3. Il s'agit d'un paramètre permettant à l'algorithme de *NetDraw* de disperser les nœuds et les liens dans l'espace graphique en évitant qu'ils ne se superposent ou ne s'entremêlent. Cet algorithme est dit « de routine » car il est standard, il existe toutefois d'autres types de dispositions graphiques préétablies et le logiciel permet aussi de répartir les nœuds dans l'espace graphique au hasard.

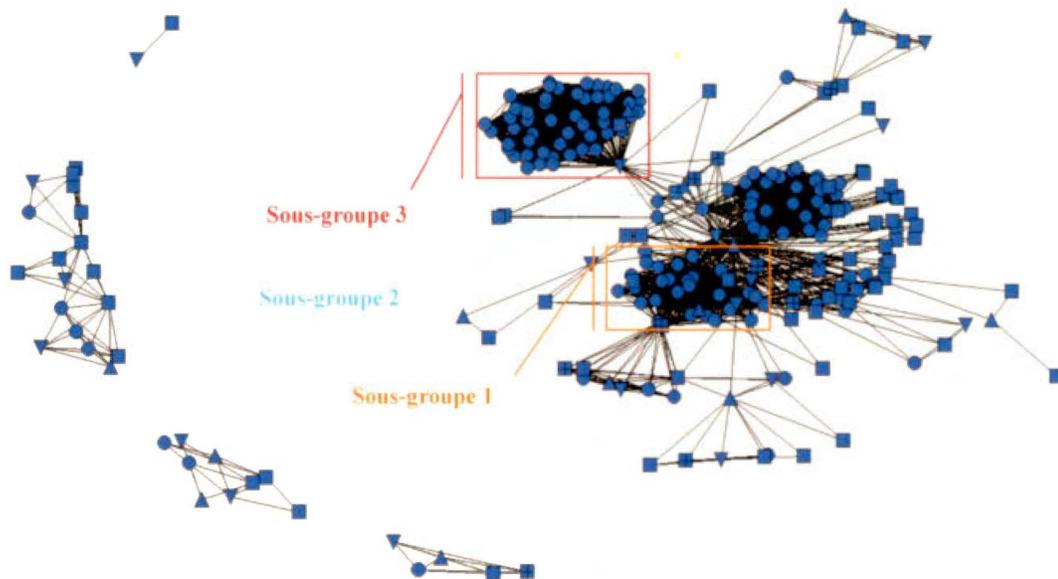


Figure 4.7 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires (source : Borgatti, S.P., 2002).

Étant donné que les liens du réseau ne sont pas dirigés, nous avons pris la liberté de supprimer les têtes de flèches afin d'améliorer le rendu visuel, en particulier au milieu de groupements serrés de nœuds. Chaque lien a une valeur car certaines paires d'acteurs ont plusieurs projets de réductions d'émission de GES en commun. Nous n'avons pas fait refléter ces valeurs sur les cartographies du réseau dans son intégralité car cela alourdit le rendu visuel.

Toujours sur la figure 4.7, on peut observer cinq formes différentes de nœuds qui permettent de distinguer les cinq types d'acteur du marché des crédits compensatoires de la façon suivante : les promoteurs sont représentés par des carrés, les quantificateurs par des triangles, les vérificateurs par des triangles inversés, les revendeurs par des carrés quadrillés et les acheteurs par des cercles. La structure globale du réseau des acteurs est relativement éclatée, et on peut distinguer cinq groupes de nœuds.

Le premier groupe est le plus important en taille et celui qui rassemble le plus grand nombre d'acteurs. On peut apercevoir trois sous-groupes de nœuds très agglutinés, principalement constitués d'acheteurs ; les deux premiers (encadrés orange et turquoise) occupent des positions assez centrales, tandis que le troisième (encadré rouge) a une position plus périphérique reliée au reste du groupe par un vérificateur. Le reste des acteurs occupe des positions en périphérie des deux premiers sous-groupes de nœuds, le plus souvent regroupés en petits ensembles ayant un acteur en commun avec l'un des deux sous-groupes.

Les quatre autres groupes sont plus petits en taille et ne comportent chacun qu'une dizaine de nœuds tout au plus, l'un d'entre eux n'étant même constitué que d'une seule paire de nœuds. Ceux-ci sont dissociés du premier groupe car ils n'ont pas d'acteur ou de projet en commun avec ce dernier. La structure globale donne l'impression d'une scission au sein du marché des crédits compensatoires avec le premier groupe de nœuds représentant le réseau principal des acteurs, tandis que les quatre autres groupes forment des petits réseaux secondaires. Afin de déterminer la présence de nœuds centraux, nous avons illustré le réseau 1-mode selon les trois mesures de centralité définies au cours du chapitre précédent.

4.2.2 Mesures de centralité

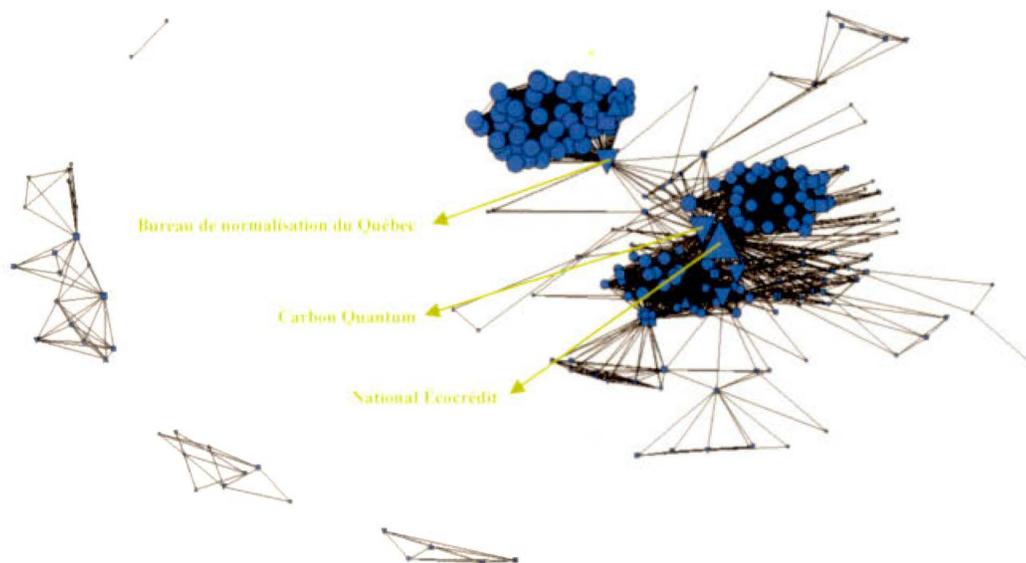


Figure 4.8 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires selon la centralité de degré (source : Borgatti, S.P., 2002).

La centralité de degré indique les nœuds ayant le plus de liens directs avec d'autres nœuds. Sur la figure 4.8, on remarque que dans les trois sous-groupes du réseau principal sont inclus les nœuds ayant les degrés parmi les plus élevés de l'ensemble du réseau. Le regroupement dense des nœuds signifie que ces derniers ont tous le même projet en commun, le nombre de liens par nœud étant alors égal au nombre total de nœuds appartenant à chacun des sous-groupes. Mais le plus important à retenir de cette illustration de la centralité de degré est la présence de trois nœuds occupant des positions très centrales, un quantificateur et deux vérificateurs. Les deux vérificateurs, identifiés dans le répertoire des acteurs comme Carbon Quantum et le Bureau de normalisation du Québec, permettent de rassembler les trois sous-groupes de nœuds du fait des liens direct et indirects entre eux deux. Le quantificateur, identifié dans le répertoire des acteurs comme National Écocrédit, est le nœud ayant le plus de liens directs dans le réseau principal, et plus largement dans l'ensemble du réseau. Son degré, calculé avec le logiciel *UCInet*, équivaut à cent-quatorze liens directs. On remarque que bon nombre de ses liens directs sont avec d'autres nœuds isolés, alors qu'il tisse

également des liens avec les deux vérificateurs cités ci-dessus. Cela indique que la présence de ce quantificateur est critique pour l'intégrité de la structure du réseau principal. Ces trois nœuds sont davantage mis en évidence avec la centralité d'intermédierité.

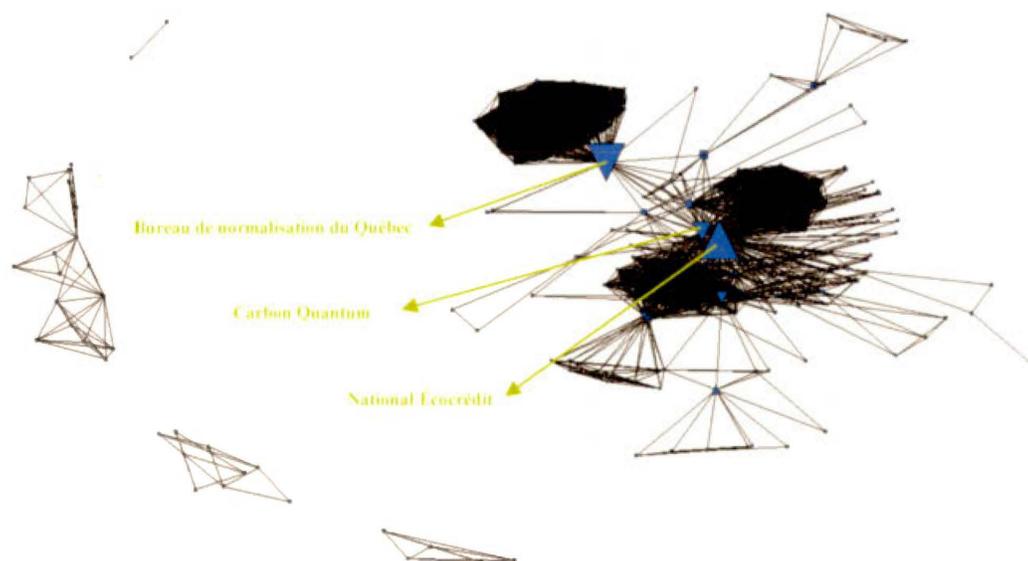


Figure 4.9 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires selon la centralité d'intermédierité (source : Borgatti, S.P., 2002).

La centralité d'intermédierité indique les nœuds se trouvant le plus souvent entre des paires d'autres nœuds. Sur la figure 4.9, on distingue immédiatement les trois nœuds mis en avant précédemment avec la centralité de degré. Ici, le quantificateur et l'un des deux vérificateurs (Bureau de normalisation du Québec) ont des coefficients d'intermédierité supérieurs au second vérificateur, indiquant que leur présence au milieu de paires de nœuds est plus fréquente. Le quantificateur a un coefficient égal à 92,70%, tandis que celui du premier vérificateur est de 86,28%. La centralité d'intermédierité insiste, encore plus que la centralité de degré, sur l'importance des trois nœuds dans la structure du réseau principal. C'est d'autant plus le cas pour

National Écocrédit et Bureau de normalisation du Québec dont les forts coefficients signifient que leur absence déconnecterait un très grand nombre de paires de nœuds.

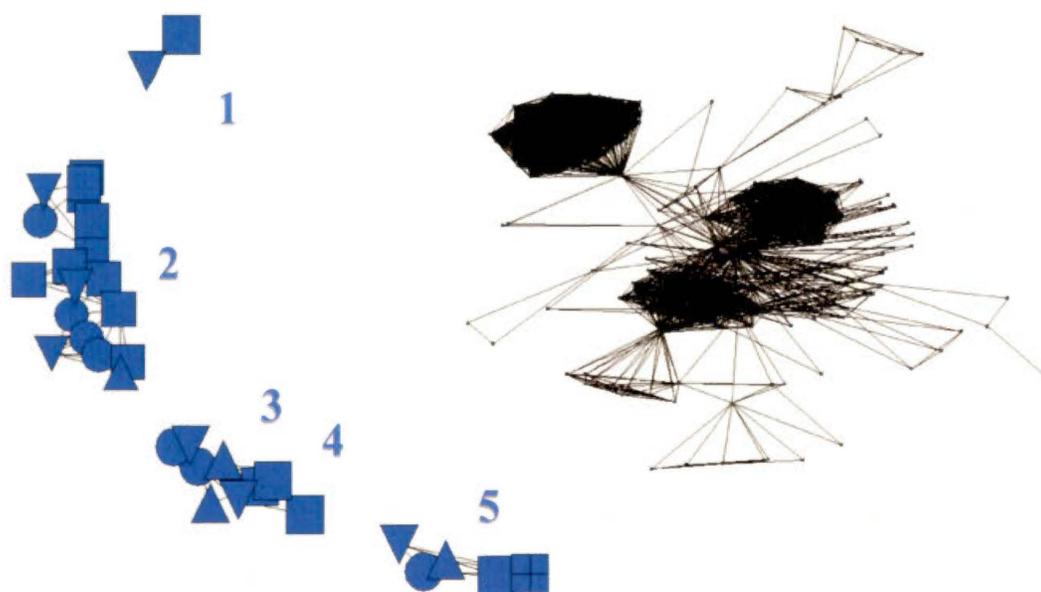


Figure 4.10 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires selon la centralité de proximité (source : Borgatti, S.P., 2002).

La centralité de proximité indique les nœuds positionnés les plus proches des autres nœuds du réseau, c'est-à-dire ceux se trouvant le plus souvent sur des chemins courts (figure 4.10). Notre structure étant constituée d'un réseau principal et de quatre petits réseaux secondaires, l'interface graphique *NetDraw* a compté cinq réseaux distincts. Ainsi, le faible nombre de liens dans les réseaux secondaires font que les nœuds sont inévitablement proches les uns des autres. Cette mesure de centralité ne nous permet pas de visualiser les nœuds les plus proches au sein du réseau principal.

Les centralités de degré et d'intermédierité ont clairement démontré qu'il y a bel et bien des nœuds centraux dans le réseau, donc des acteurs qui détiennent un certain contrôle sur les autres au sein du marché des crédits compensatoires. Nous verrons dans la

troisième section la mise en place du réseau de manière chronologique au cours de la période 1999-2015.

4.3 Évolution chronologique du réseau des acteurs socio-économiques

Nous avons vu au cours de la section précédente que le réseau 1-mode est constitué d'un réseau principal et de quatre réseaux secondaires. Le réseau principal est lui-même constitué de trois sous-groupes de nœuds très denses, les autres nœuds étant éparpillés autour de ces sous-groupes. Dans cette section, nous allons présenter de façon chronologique la mise en place et l'évolution de cette structure observée à l'aide de cartographies illustrant le réseau année après année sur la période comprise entre 1999 et 2015. Nous allons décrire ces cartographies en essayant de distinguer le plus clairement possible chaque partie du réseau en reprenant la nomenclature introduite à la section précédente. Notons que les cartographies reflèteront la mesure de centralité d'intermédiarité dans le but d'identifier les nœuds centraux du réseau, en particulier le quantificateur et les deux vérificateurs repérés sur les cartographies à la section précédente. Afin de ne pas apporter de la confusion, nous avons choisi de ne pas faire apparaître les nœuds isolés, c'est-à-dire ceux n'ayant aucun lien à une année donnée. Ainsi, les différentes cartographies chronologiques ne représenteront que les acteurs actifs sur le marché des crédits compensatoires à chaque année.

4.3.1 Réseau des acteurs en 1999

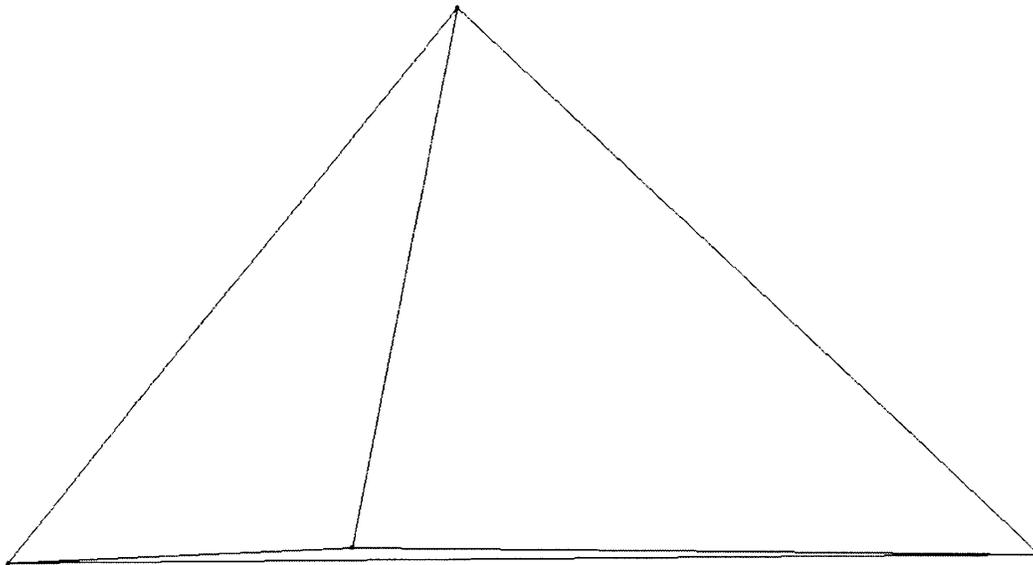


Figure 4.11 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 1999 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

En 1999, le réseau ne comportait qu'un seul groupe de nœuds comportant un promoteur, un quantificateur, un vérificateur et un acheteur comme l'illustre la figure 4.11. Il s'agit de l'illustration parfaite d'une chaîne de création de crédits compensatoires complète (le revendeur est facultatif). La centralité d'intermédiarité ne révèle aucun nœud central, indiquant qu'aucun acteur n'occupe une position de contrôle sur les autres.

4.3.2 Réseau des acteurs en 2000

Le groupe de nœuds présent en 2000 fut identique à celui de l'année précédente, à l'exception du vérificateur qui intervint en 1999 au sein de ce projet. La chaîne de

création de crédits compensatoires fut désormais incomplète, tandis qu'aucun nœud n'apparut central en se référant à la mesure de centralité d'intermédiarité (figure 4.12).

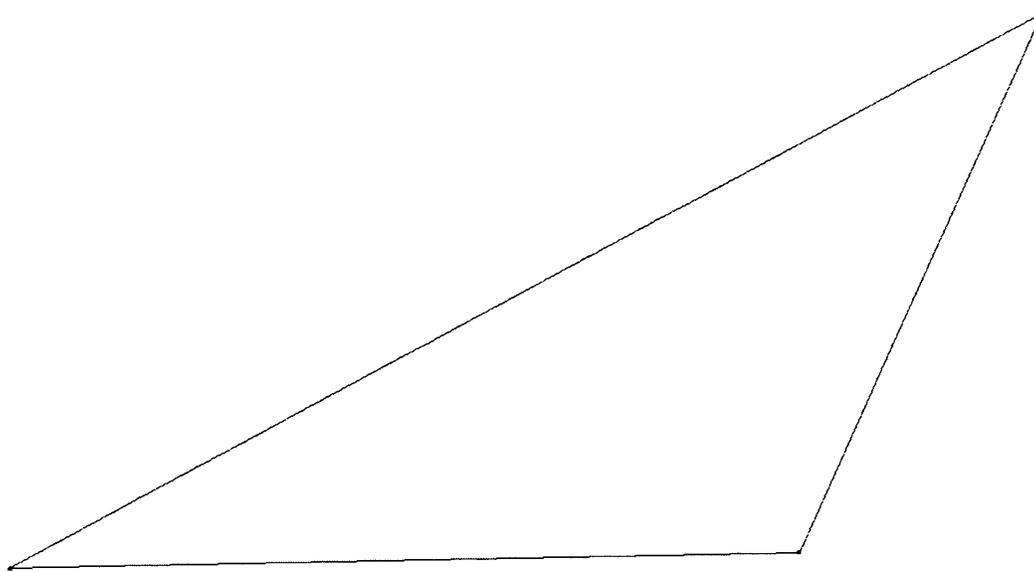


Figure 4.12 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2000 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

4.3.3 Réseau des acteurs en 2001

Comme l'illustre la figure 4.13, le réseau de l'année 2001 comportait deux réseaux distincts. Le premier contenait quatre nœuds, trois promoteurs et un quantificateur. Ce dernier occupait une position centrale, comme l'atteste la mesure de centralité d'intermédiarité. La présence de ce quantificateur (National Écocrédit) indique que ce premier réseau constituait les prémisses du futur réseau principal. Le second réseau, présent depuis 1999, ne comportait plus que de deux des quatre nœuds initiaux (le promoteur et le quantificateur).

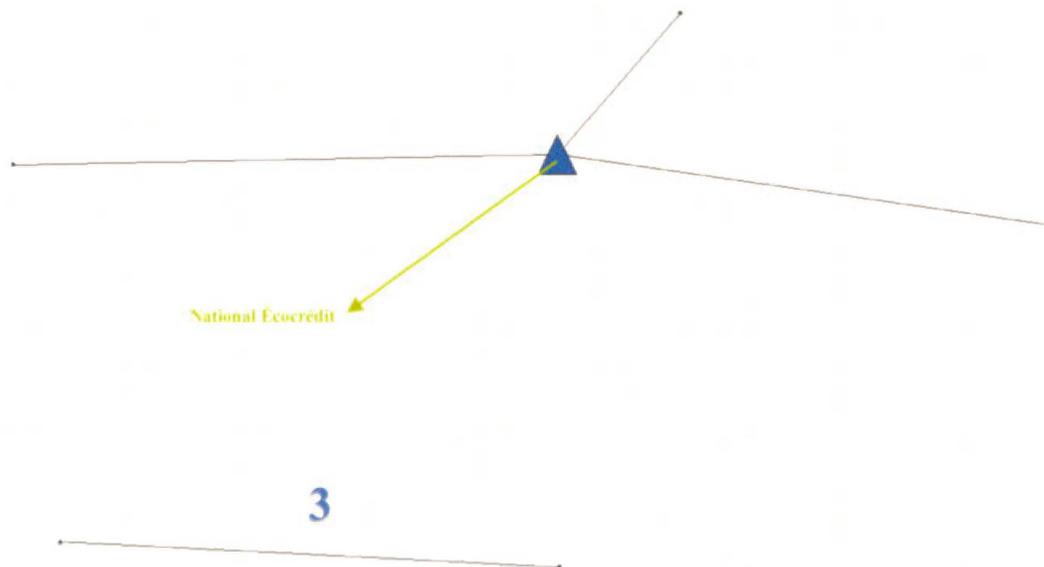


Figure 4.13 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2001 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

4.3.4 Réseau des acteurs en 2002

L'année 2002 replit la même structure que l'année précédente avec deux réseaux distincts, le premier conserva une configuration identique d'une année à l'autre. Le premier réseau, ou réseau principal, passa de quatre à quinze nœuds en l'espace d'une année. La figure 4.14 montre que le quantificateur resta dans sa position centrale, générant une structure en étoile.

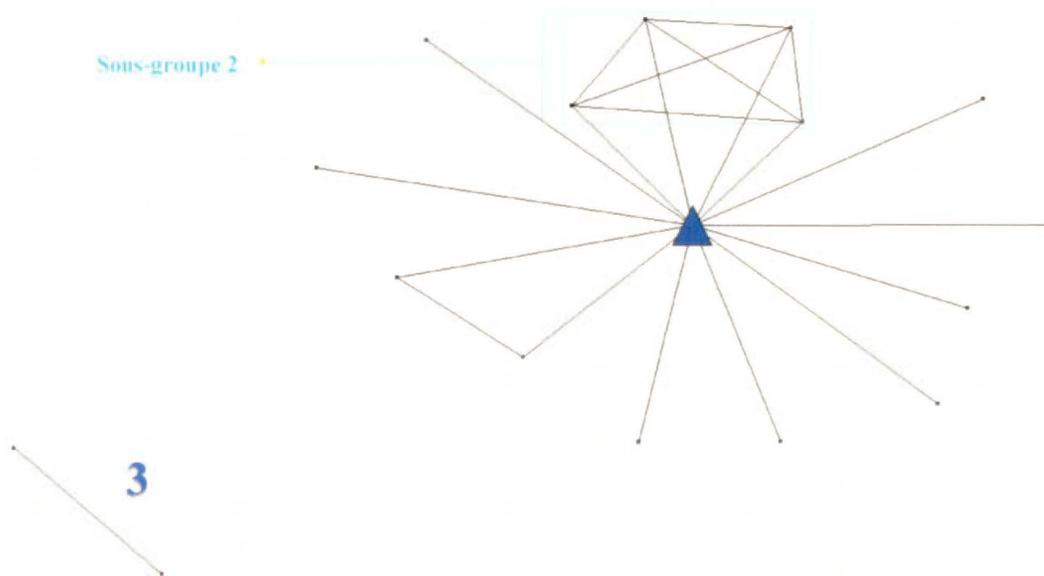


Figure 4.14 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2002 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

On remarque aussi que quatre des quatorze nœuds de la structure en étoile du réseau principal formèrent ce qui deviendra le sous-groupe 2 observé sur les cartographies à la section précédente. Le second réseau deviendra, lui, le réseau secondaire 3 observé sur les cartographies à la section précédente.

4.3.5 Réseau des acteurs en 2003

Le réseau principal prit encore de l'ampleur en 2003, passant de quinze à trente-huit nœuds d'une année à l'autre. Le sous-groupe 2 de quatre nœuds, apparu l'année précédente, en compta quatorze cette année-là.

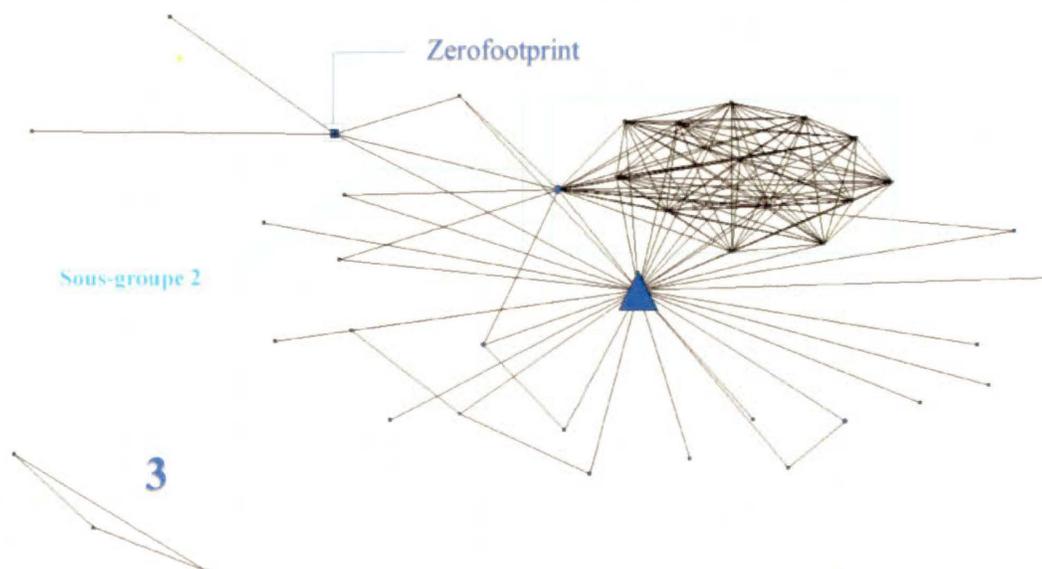


Figure 4.15 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2003 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

Le quantificateur assumait toujours sa position centrale, tandis qu'un revendeur (Zerofootprint) occupa une position appelée *cutpoint* (encadré en bleu) en analyse des réseaux (figure 4.15). Il s'agit d'un nœud servant de liaison entre un réseau et un ensemble de plusieurs autres nœuds, en l'absence duquel cet ensemble de nœuds serait séparé du réseau. Le réseau secondaire 3 revint dans la configuration en triangle identique à celle de l'année 2000, cette fois-ci constituée d'un promoteur, d'un quantificateur (les mêmes depuis 1999) et d'un vérificateur (le même qu'en 1999).

4.3.6 Réseau des acteurs en 2004

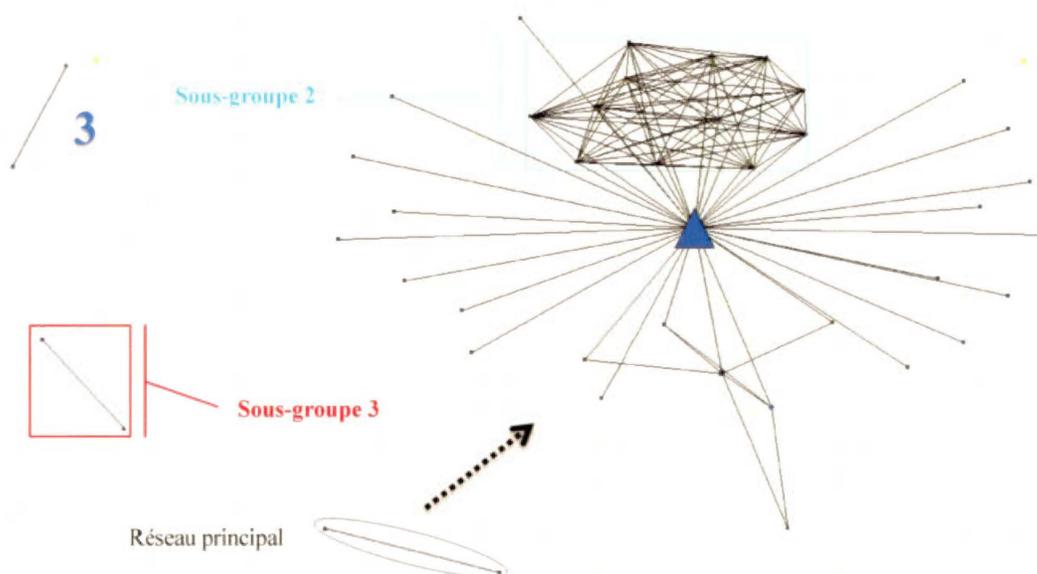


Figure 4.16 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2004 selon la centralité d'intermédiation (source : Borgatti, S.P., 2002).

La figure 4.16 montre que le réseau principal en 2004 demeura dans la même configuration que l'année précédente, à l'exception du *cutpoint* et de deux nœuds du sous-groupe 2. Le réseau secondaire 3, présent depuis 1999, reprit sa structure d'une paire de nœuds observée en 2001 et 2002. Il fut accompagné de deux nouveaux réseaux secondaires chacun constitué d'une paire de nœuds. L'une, comportant un promoteur et un quantificateur, se joindra au réseau principal. L'autre paire, comptant un quantificateur et un acheteur, fera partie du sous-groupe 3 qui se liera au réseau principal.

4.3.7 Réseau des acteurs en 2005

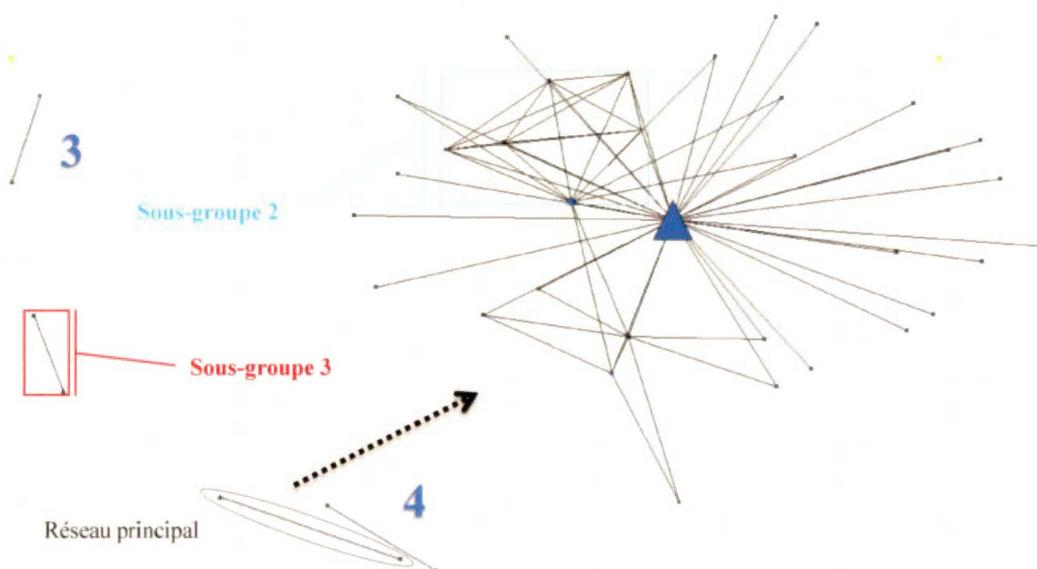


Figure 4.17 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2005 selon la centralité d'intermédiation (source : Borgatti, S.P., 2002).

Le réseau en 2005 fut pratiquement semblable à celui de l'année précédente, gardant plus ou moins le même aspect global (figure 4.17). Le réseau principal conserva sa configuration en étoile du fait de la présence constante du quantificateur comme nœud central. Le sous-groupe 2 réduit considérablement en taille, passant de douze à six nœuds. Depuis 2003, celui-ci était en phase de déclin et perdait plus de la moitié de sa capacité maximale (quatorze nœuds). La paire de nœuds apparue l'année précédente, qui deviendra le sous-groupe 3, demeura détachée du réseau principal. Il en fut de même pour la paire de nœuds censée faire partie du réseau principal. Le réseau secondaire 3, constamment présent depuis 1999, vit l'apparition du réseau secondaire 4 sous la forme d'une paire de nœuds constituée de deux promoteurs.

4.3.8 Réseau des acteurs en 2006

Comportant une trentaine de nœuds depuis 2003, le réseau principal dépassa la barre des quarante nœuds en 2006 et sa configuration se complexifia grandement. Premièrement, le quantificateur fut accompagné d'un deuxième nœud central, un des deux vérificateurs (Bureau de normalisation du Québec) repérés sur les cartographies à la section précédente. Deuxièmement, quatre *cutpoints* (chacun encadré en bleu) apparurent dans la structure du réseau principal, dont l'un (Plasdev International) servit de liaison à la paire de nœuds apparue en 2004 initialement détachée du réseau principal. Troisièmement, la paire de nœuds correspondant au futur sous-groupe 3 se lia enfin au réseau principal via le deuxième nœud central. La figure 4.18 montre en outre que le réseau secondaire 4 a gagné un nœud, passant dans une configuration où l'un des deux promoteurs se trouve au milieu des deux autres nœuds (l'autre promoteur et le nouvel entrant, un quantificateur).

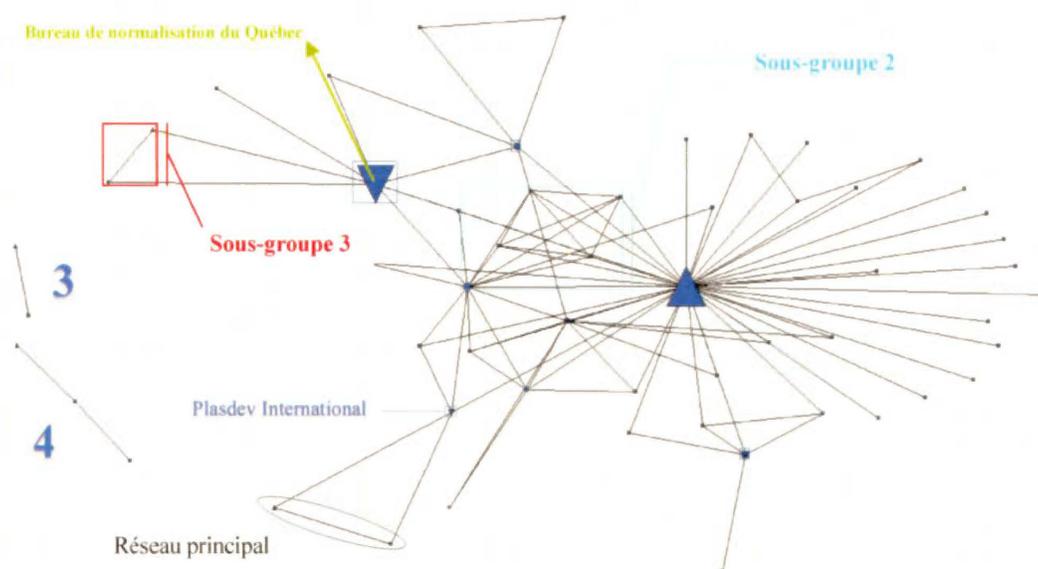


Figure 4.18 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2006 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

4.3.9 Réseau des acteurs en 2007

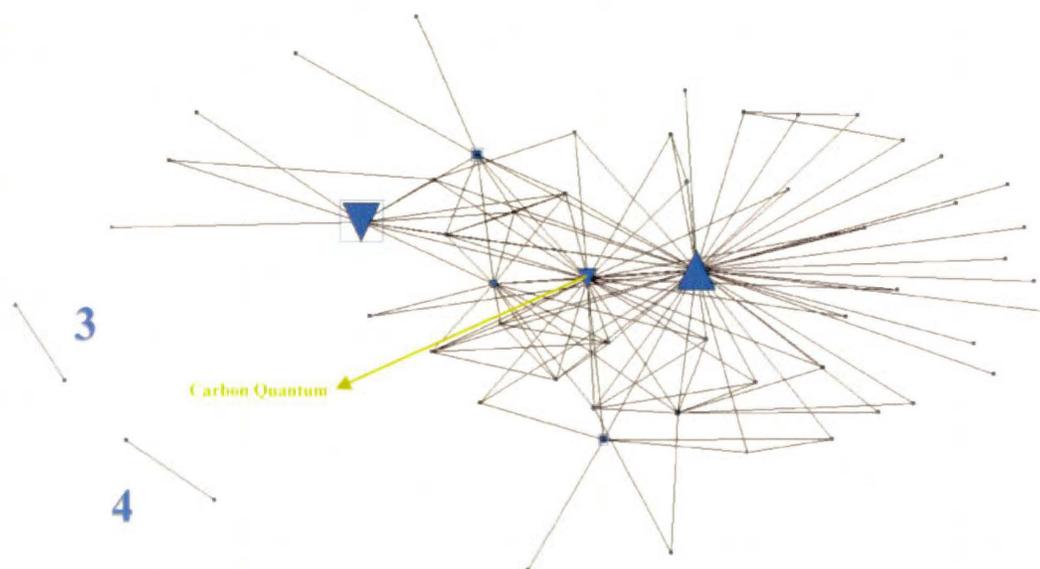


Figure 4.19 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2007 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

Le réseau principal conserva une structure complexe qui comporta un *cutpoint* (chacun encadré en bleu) de moins que l'année précédente. Le troisième des trois nœuds centraux (Carbon Quantum) repérés sur les cartographies à la section précédente fit son apparition. En outre, on peut remarquer sur la figure 4.19 que le sous-groupe 2 n'est plus apparent en raison d'un nombre de nœuds ayant été réduit presque à néant. Les réseaux secondaires 3 et 4 étaient toujours présents, le dernier perdant le quantificateur apparu l'année précédente.

4.3.10 Réseau des acteurs en 2008

La configuration du réseau principal en 2008 resta fondamentalement semblable à celle des deux dernières années. On remarque sur la figure 4.20 les présences des trois nœuds

centraux, ainsi que de quatre *cutpoints* (chacun encadré en bleu). Toutefois, la structure gagna en densité avec la révélation du sous-groupe 3, apparu en 2004 sous la forme d'une paire de nœuds et qui en comptait dorénavant neuf, et l'apparition du sous-groupe 1 comptant vingt-quatre nœuds et lié au second vérificateur (Carbon Quantum) des trois nœuds centraux. Les réseaux secondaires 3 et 4 furent, en outre, toujours présents dans une configuration (une paire de nœuds) qui varia très peu depuis respectivement 2001 et 2004.

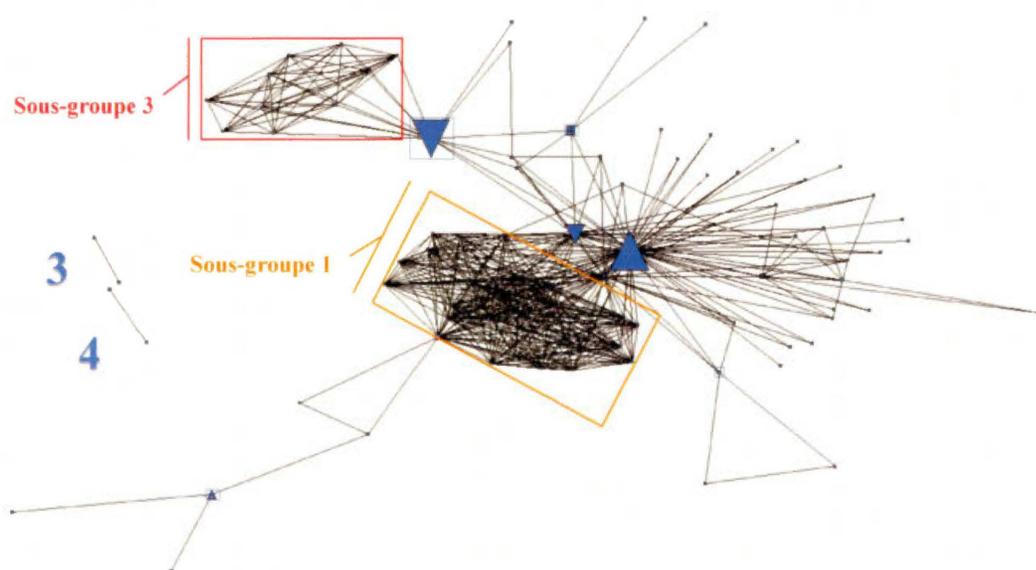


Figure 4.20 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2008 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

4.3.11 Réseau des acteurs en 2009

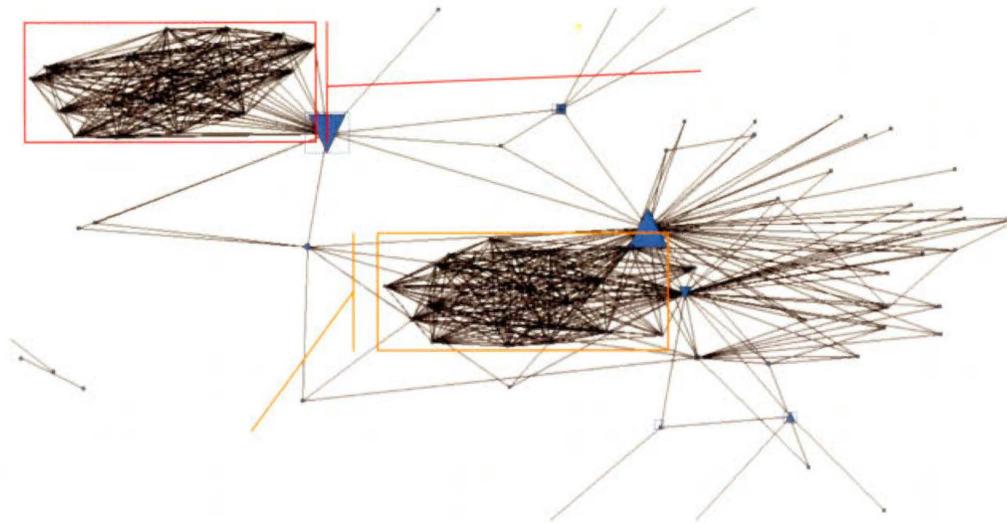


Figure 4.21 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2009 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

Dans la forme, le réseau principal en 2009 fut visuellement très ressemblant à celui de l'année précédente comme le montre la figure 4.21. La différence notable se situait dans l'absence du second vérificateur des trois nœuds centraux. Les *cutpoints* (chacun encadré en bleu) furent, eux, toujours au nombre de quatre. Le sous-groupe 1 perdit quatre nœuds, tandis que le sous-groupe 3 doubla sa capacité de l'année précédente avec dix-huit nœuds. Les réseaux secondaires 3 et 4 ne changèrent pas.

4.3.12 Réseau des acteurs en 2010

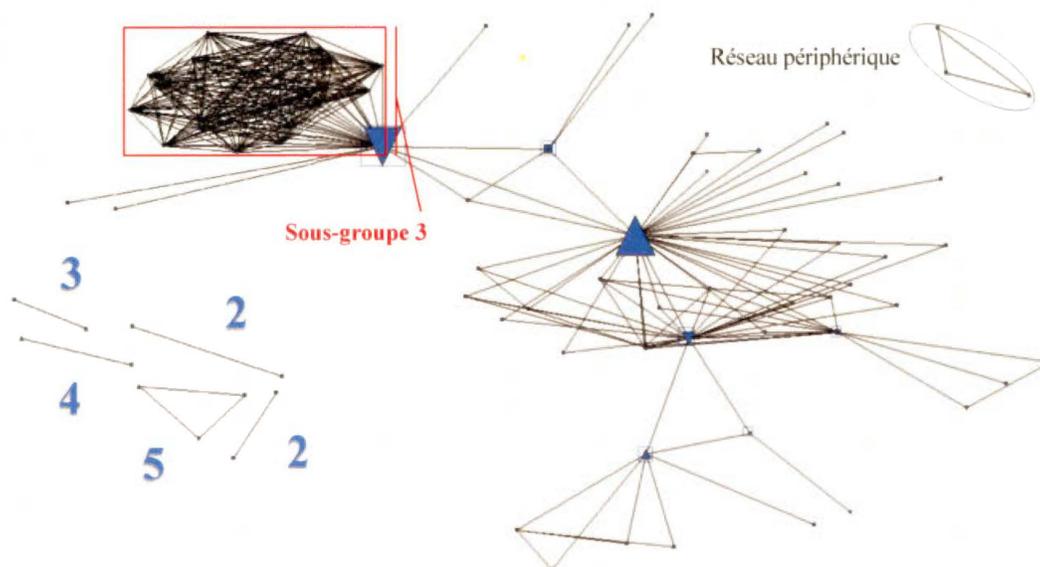


Figure 4.22 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2010 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

La figure 4.22 illustre un réseau des acteurs en 2010 dans une disposition plus écartée que les années auparavant. L'autre différence visuelle notable est la disparition du sous-groupe 1, tandis que le sous-groupe 3 maintient une structure très dense et gagna même trois nœuds de plus que l'année précédente. La population des *cutpoints* vit l'apparition d'un nouveau membre, passant ainsi à cinq nœuds. En outre, un petit réseau de trois nœuds (deux promoteurs et un quantificateur) disposé en triangle apparut en périphérie du réseau principal, mais ne se liera jamais à celui-ci malgré qu'il en fasse partie selon les cartographies à la section précédente. Un petit chamboulement s'opéra également au niveau des réseaux secondaires. Alors que les réseaux secondaires 3 et 4 ne changèrent pas de disposition, les réseaux secondaires 2 et 5 apparurent sous la forme respectivement de deux paires de nœuds et d'un triangle de nœuds.

4.3.13 Réseau des acteurs en 2011

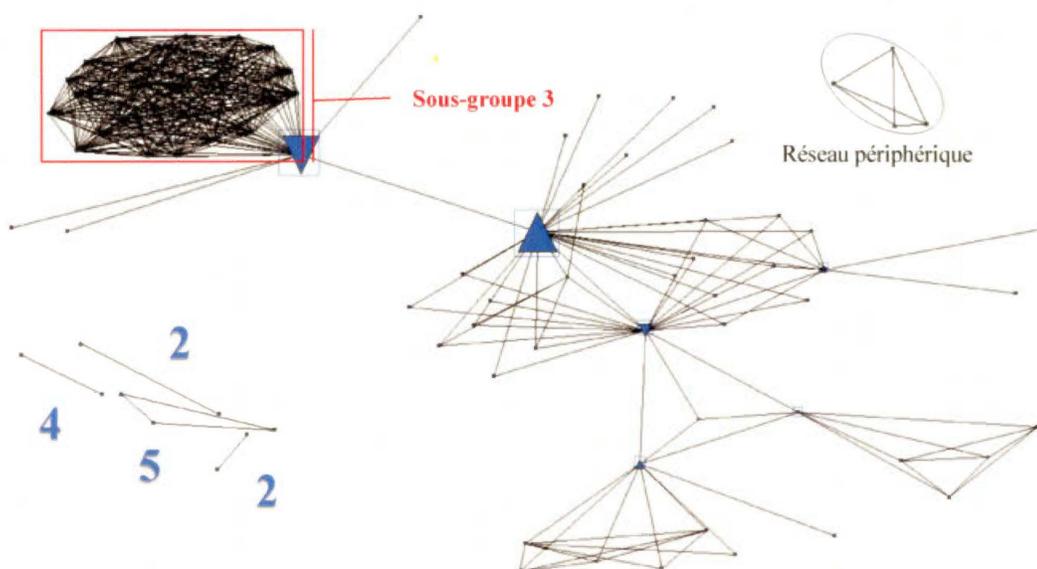


Figure 4.23 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2011 selon la centralité d'intermédiation (source : Borgatti, S.P., 2002).

En 2011, le réseau principal conserva une configuration semblable à l'année précédente avec une densité en net déclin. À l'inverse, le sous-groupe 3 gagna encore en densité, et sa capacité augmenta de trois nœuds supplémentaires (vingt-quatre au total) par rapport à 2010. La figure 4.23 que le nombre de *cutpoints*, lui, passa de cinq à six. Le petit réseau en périphérie du réseau principal apparu en 2010 gagna un nouveau membre, un vérificateur. Le réseau secondaire 3 disparut, tandis que les réseaux secondaires 2, 4 et 5 ne changèrent pas de disposition

4.3.14 Réseau des acteurs en 2012

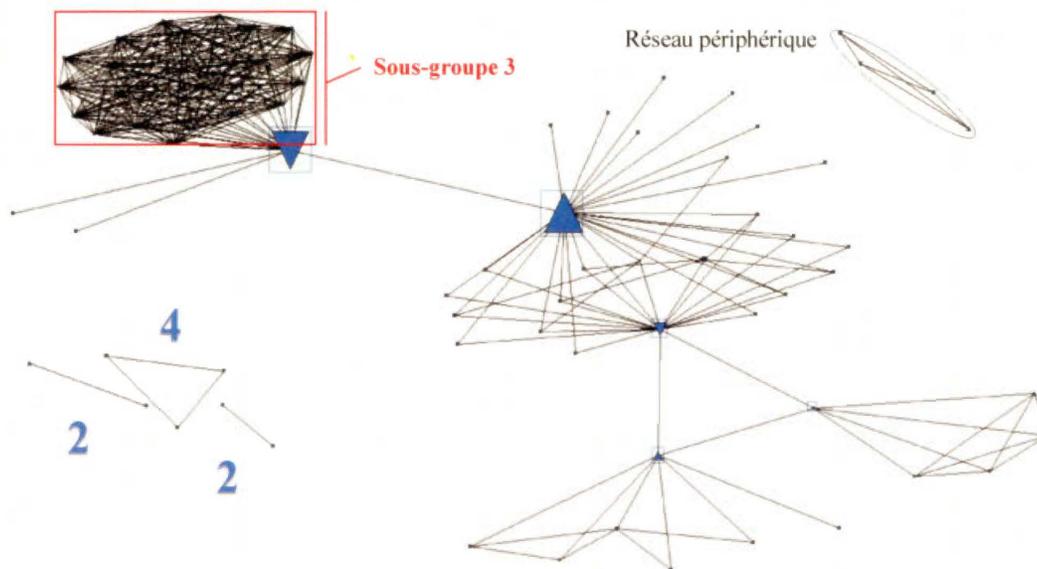


Figure 4.24 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2012 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

À l'instar de l'année précédente, le réseau principal continua de perdre en densité en raison notamment d'une chute du nombre de nœuds. Visuellement, l'impression rendue fut celle d'une séparation marquée par le nombre élevé de *cutpoints*. Malgré qu'il y en ait un de moins qu'en 2011, l'augmentation constante de leur nombre depuis 2009 indique que le réseau principal s'affaiblissait d'année en année. Le sous-groupe 3, toujours aussi dense, perdit toutefois deux nœuds par rapport à l'année précédente. Le petit réseau en périphérie du réseau principal resta, lui, dans sa configuration à quatre nœuds identiques à l'an passé. La figure 4.24 montre, en outre, que le réseau secondaire 5 disparut, tandis que le réseau secondaire 4 gagna un nouveau membre.

4.3.15 Réseau des acteurs en 2013

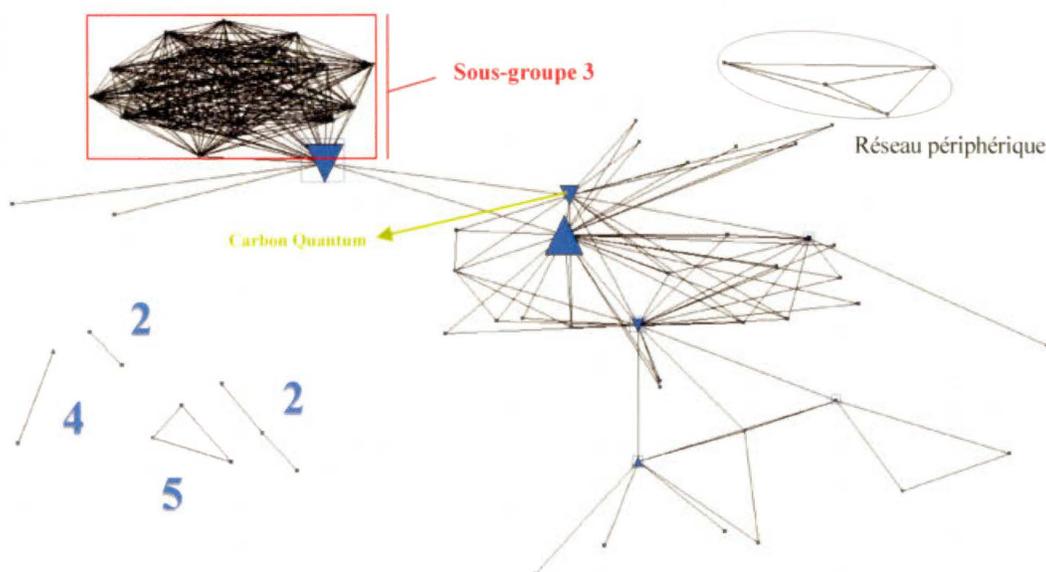


Figure 4.25 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2013 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

Poursuivant sur sa lancée depuis 2010, le réseau des acteurs demeura très dispersé en 2013. En ce qui concerne le réseau principal, on note sur la figure 4.25 la réapparition du second vérificateur (Carbon Quantum) des trois nœuds centraux. Le nombre de *cutpoints* resta équivalent à l'année précédente, il en fut de même pour le nombre de nœuds du petit réseau périphérique. Le sous-groupe 3 conserva un nombre identique de nœuds par rapport à l'an passé. Aux côtés des réseaux secondaires 2 et 4 présents depuis 2010, le réseau secondaire 5 réapparut sous la forme d'un triangle de nœuds différents de ceux disparus deux ans auparavant. Par rapport à l'an passé, l'une des deux paires du réseau secondaire 2 gagna un nouveau membre, un vérificateur.

4.3.16 Réseau des acteurs en 2014

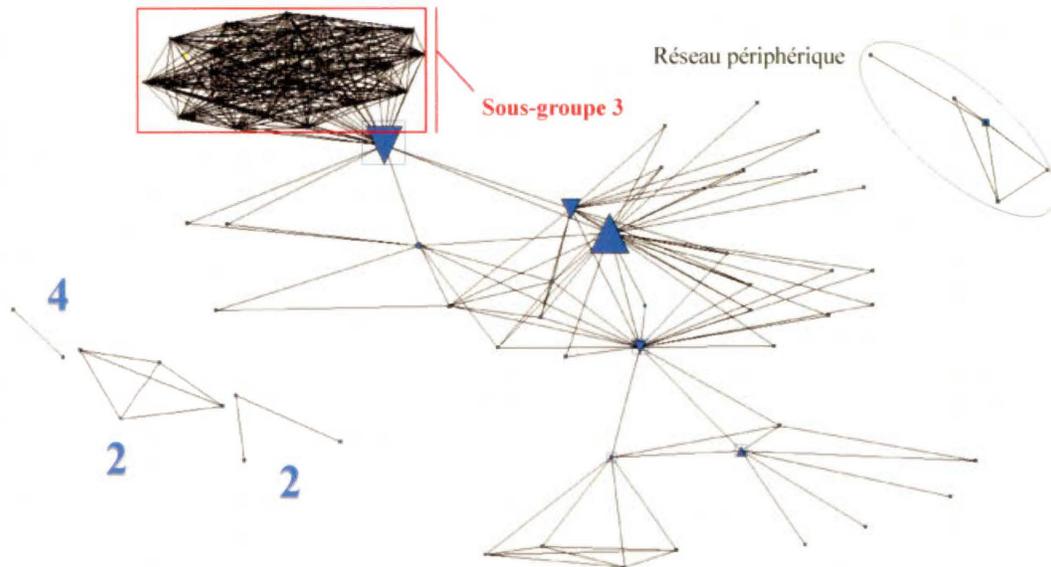


Figure 4.26 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2014 selon la centralité d'intermédiarité (source : Borgatti, S.P., 2002).

Le réseau principal conserva une disposition voisine de l'année précédente, l'impression visuelle (figure 4.26) étant toujours celle d'un réseau proche de la séparation. Cette disposition comporta un nombre de *cutpoints* descendu à quatre, un sous-groupe 3 comptant un nœud supplémentaire, et un petit réseau périphérique gagnant un nouveau membre. Les réseaux secondaires revinrent au nombre de deux, le réseau secondaire 5 disparaissant à nouveau. Le réseau secondaire 4 resta dans la même configuration (une paire de nœuds) que l'an passé, tandis que le trio de nœuds du réseau secondaire 2 fut accompagné d'un losange de nœuds. En effet, l'autre paire de nœuds gagna deux membres par rapport à 2013, les quatre nœuds étant tous liés entre eux.

4.3.17 Réseau des acteurs en 2015

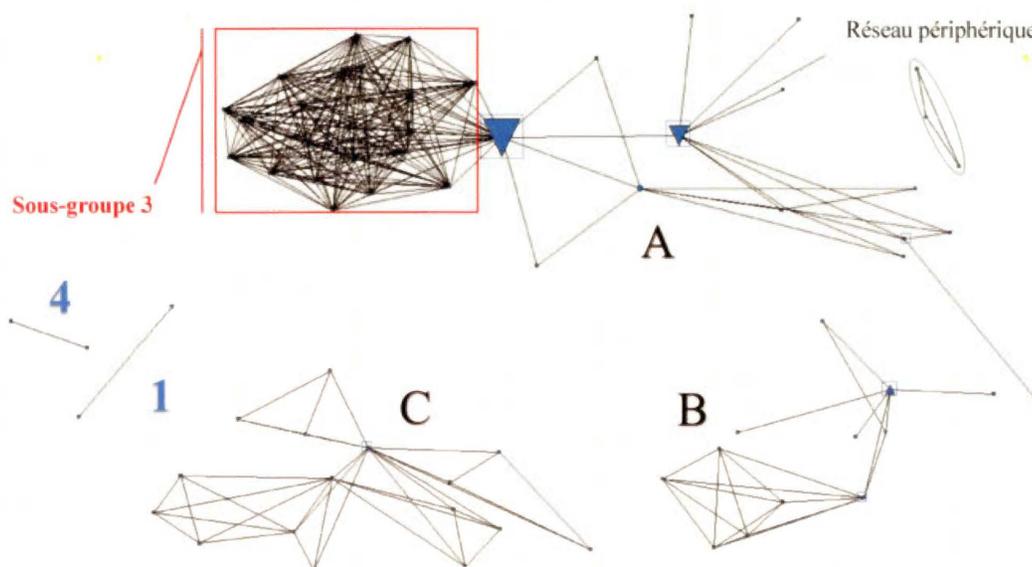


Figure 4.27 : Représentation graphique du réseau 1-mode des acteurs du marché des crédits compensatoires en 2015 selon la centralité d'intermédiation (source : Borgatti, S.P., 2002).

En 2015, dernière année de la période d'étude, le réseau des acteurs parvint à sa configuration la plus morcelée. Le premier aspect visuel qui marqua une vraie différence fut l'absence du quantificateur (National ÉcoCrédit), dont le rôle structurel depuis 2001 fut primordial. Comme l'illustre la figure 4.27, le réseau principal se sépara en trois parties. La partie A conserva avec elle le sous-groupe 3 qui compta dix-neuf nœuds, ainsi que les deux vérificateurs (Bureau de normalisation du Québec et Carbon Quantum) des trois nœuds centraux repérés sur les cartographies à la section précédente. Notons que ces deux nœuds furent aussi des *cutpoints* comme ce fut le cas à presque chaque année depuis 2006. Les parties B (12 nœuds) et C (16 nœuds) comptèrent respectivement deux et un *cutpoint*. Le petit réseau périphérique revint dans sa disposition initiale en triangle telle que lorsqu'il apparut en 2010. Enfin, les deux parties du réseau secondaire 2 de l'année précédente disparurent, tandis que la paire de nœuds qui constitue le réseau secondaire 1 apparut. Le réseau secondaire 4 demeura dans une disposition inchangée depuis 2013.

CHAPITRE 5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les résultats obtenus grâce à la méthodologie de recherche sont les outils nécessaires pour répondre aux objectifs de recherche fixés, en particulier le troisième. En effet, nous cherchons à la suite de ce travail de recherche à déterminer l'évolution du marché des crédits compensatoires au Québec sur la période d'étude entre 1999 et 2015. En mettant en parallèle l'évolution des politiques internationale, fédérale et québécoise en matière de crédits compensatoires, on se rend compte qu'elles ont eu un impact sur le réseau des acteurs du marché québécois. Sur une note finale, nous tentons de prédire le destin du marché des crédits compensatoires au Québec au regard de son évolution au cours de la période d'étude, mais aussi de la direction que semble prendre la politique climatique provinciale et fédérale.

5.1 Des crédits compensatoires sur les deux marchés

Initialement, les crédits compensatoires furent exclusivement échangés sur le marché volontaire, situation aujourd'hui transformée par leur intégration dans le marché réglementé via les systèmes de plafonds-échange. C'est de cette évolution dont il est question au cours de cette première section.

5.1.1 Évolution des crédits compensatoires à l'international et au Canada

Le marché volontaire du carbone ne fut pas le premier à exister puisque l'on peut retrouver trace de marchés règlementés dès les années 1920 aux États-Unis. La toute première transaction enregistrée de crédits compensatoires de carbone ne remonte qu'à 1989. Le marché volontaire est donc considérablement plus récent, et a moins vécu que le marché règlementé. Le marché volontaire fonctionne à partir de réductions volontaires d'émissions de GES issues de projets basés sur des scénarios de référence. Cette méthode coexista avec celle du plafond-échange utilisée sur le marché règlementé, avant que le Protocole de Kyoto ne vienne les rassembler. Ce fut alors la première illustration de l'intégration des crédits compensatoires dans un système règlementé. Après des phases pilotes, les crédits compensatoires devinrent les commodités d'échange de deux mécanismes de flexibilité appelés MDP et MOC, que l'UE lia à son SCEQE. Cette expérience ne fut pas un grand succès compte tenu des nombreuses fraudes et manipulations dont furent victimes ces deux mécanismes sous le joug du SCEQE. Depuis l'échec des négociations de la deuxième période d'engagement du Protocole de Kyoto à Copenhague en 2009, les crédits compensatoires firent leur retour dans l'Accord de Paris sous la forme de résultats d'atténuation transférés à l'échelle internationale.

À l'inverse de l'UE, le Canada ne se précipita pas sur le marché règlementé. Le gouvernement fédéral ratifia pourtant le Protocole de Kyoto, sans l'approbation de l'ensemble des gouvernements provinciaux. Néanmoins, il promut les réductions d'émissions volontaires pour l'aider à lutter contre la hausse des émissions de GES du pays au cours des années 1990. Le gouvernement fédéral tenta alors de structurer ces réductions par le biais de registre (programme Mesures Volontaires et Registre) et de cadre réglementaire (système canadien de crédits compensatoires). À la suite de l'accession au pouvoir du parti conservateur au milieu des années 2000, la réduction des émissions de GES fut reléguée au second plan dans l'agenda fédéral, poussant même jusqu'à la sortie du Canada du Protocole de Kyoto en 2011. Ce sont les provinces qui se trouvèrent contraintes d'agir, et c'est à partir de ce moment que les systèmes

règlementés firent leur apparition au Canada, d'abord en Alberta, puis au Québec et maintenant en Ontario. Alors que les crédits compensatoires avaient le vent en poupe, c'est finalement par le biais du marché règlementaire qu'ils sont aujourd'hui mis de l'avant.

5.1.2 Évolution des crédits compensatoires au Québec

Un peu à l'image de ce qu'il s'est passé au niveau fédéral, le Québec misa en premier sur les réductions volontaires d'émissions comme moyen de réduction de ses émissions de GES. Il mit ainsi en place le programme ÉcoGeste pour servir de registre, et encouragea les entreprises à utiliser les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto dont il fut dès le départ un fervent supporteur. Dans le secteur privé, la bourse de Montréal s'associa à la CCX pour créer sa propre bourse climatique, la MCEX, afin d'inciter les entreprises québécoises à participer à l'échange de crédits compensatoires. Le changement de cap du gouvernement fédéral poussa le Québec à voir du côté du marché règlementé pour poursuivre la réduction de ses émissions de GES, et c'est avec quelques autres provinces qu'il adhéra à la WCI en 2008. Cette organisation, réunissant également des états américains, a produit des recommandations pour la mise en place d'un système de plafonds-échange régional. Parmi celles-ci, il y a l'intégration des crédits compensatoires comme mécanisme de conformité. En 2015, le gouvernement provincial inclut dans le SPEDE des protocoles de projets de crédits compensatoires, les faisant alors basculer dans le marché règlementé.

5.2 Réseau des acteurs du marché des crédits compensatoires au Québec

À la lumière de l'évolution des crédits compensatoires au Québec que nous évoquions plus haut, nous discutons à présent des résultats obtenus grâce à la méthodologie de recherche employée. Pour rappel, nous avons produit en premier lieu un répertoire des acteurs du marché des crédits compensatoires au Québec. Puis, en second lieu, nous avons utilisé les données recueillies dans ce répertoire pour créer des cartographies du réseau de ces acteurs. En dernier lieu, à l'aide de ces cartographies, nous cherchons à déterminer l'évolution des interactions de ces acteurs et les impacts qu'ils ont pu avoir sur la structuration de ce réseau depuis 1999 jusqu'à 2015.

5.2.1 Domination du marché volontaire et du secteur privé

Le premier objectif de ce travail de recherche fut d'identifier les acteurs socio-économiques du marché des crédits compensatoires au Québec. Retrouver la trace des acteurs impliqués dans le marché des crédits compensatoires fut fastidieux car il existe bon nombre de registres répertoriant les transactions de crédits compensatoires dans le monde. Les projets de réduction d'émissions de GES qui produisent les crédits compensatoires engagent généralement quatre acteurs différents, parfois cinq. Le répertoire que nous avons constitué est ainsi divisé en six parties, contenant les informations des projets et des quatre ou cinq acteurs impliqués par projet.

Les registres du Groupe CSA sont ceux dans lesquels nous avons retrouvé l'immense majorité des projets de réduction d'émissions de GES du marché volontaire établis au Québec car il s'agit de l'organisme de vérification majeur au Canada selon la norme ISO 14064. Le reste des projets furent sélectionnés sur les registres d'entreprises spécialisées dans l'échange de crédits compensatoires certifiés tels que APX ou encore *IHS Markit*. Les projets répondant aux protocoles de crédits compensatoires du SPEDE

sont inscrits dans un registre public tenu par le MDDELCC. Ces projets sont toutefois vérifiés aussi par des organismes que le ministère sélectionne. On peut déjà établir deux constats, avant même la suite de notre méthodologie de recherche. Le premier est que les vérificateurs peuvent potentiellement être présents sur les deux marchés, le volontaire et le réglementé. Le second est que les vérificateurs semblent être les acteurs pouvant potentiellement détenir un certain contrôle du marché des crédits compensatoires.

Le répertoire compte deux-cent quarante-quatre acteurs répartis de façon suivante : soixante-treize promoteurs, treize quantificateurs, dix-neuf vérificateurs, neuf revendeurs et cent-trente acheteurs. Pour chacun de ces acteurs, nous avons retenu quelques données les concernant, en particulier le statut légal. Nous avons ainsi recensé quinze statuts légaux différents que nous avons ensuite rassemblé selon le secteur d'activité. En fin de compte, le secteur privé est sorti largement en tête avec 60% des acteurs du répertoire, devant le secteur public qui regroupe 35% des acteurs (figure 5.1). Le registre des projets de crédits compensatoires du SPEDE contient sept projets en activité, ce qui représente 9,5% des soixante-quatorze projets recensés dans notre répertoire. Cela indique que le marché des crédits compensatoires au Québec est encore en grande majorité volontaire. Parmi les soixante-quatre acteurs, deux sont actifs sur le marché volontaire et au sein du SPEDE, répondant à notre premier constat. L'un (Bureau de normalisation du Québec) est intervenu uniquement en tant que vérificateur, tandis que l'autre (Enviro-Accès) est également intervenu en tant que quantificateur.

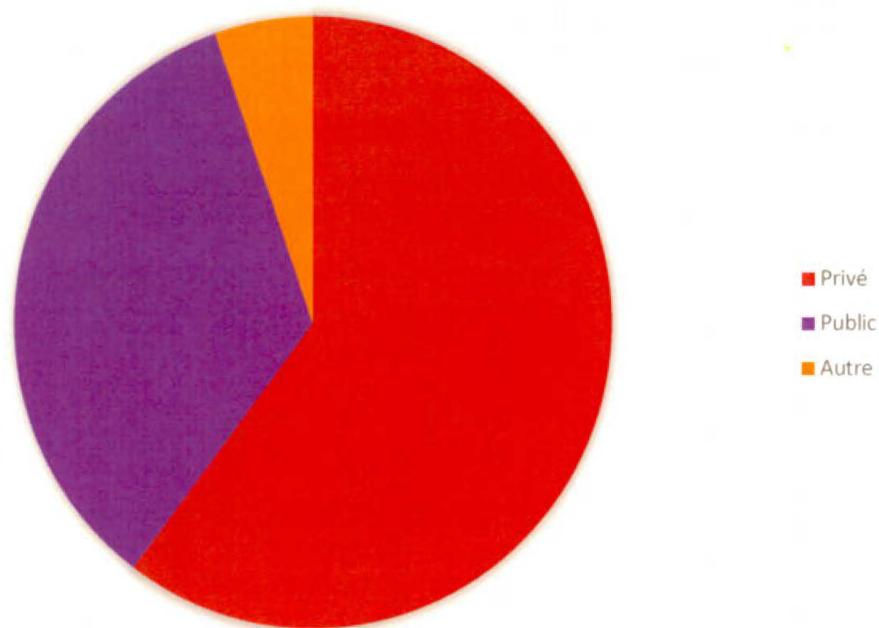


Figure 5.1 : Répartition des projets de réductions d'émission de GES selon le secteur d'activité.

5.2.2 Trois acteurs centraux et une structuration du réseau par période

Le but du répertoire des acteurs socio-économiques est d'illustrer les relations qu'ils entretiennent entre eux, créant ainsi un réseau censé représenter le marché des crédits compensatoires au Québec. Il s'agit du second objectif de ce travail recherche que nous avons réalisé grâce au logiciel d'analyse de réseau *UCINet*, accompagné de l'interface graphique *NetDraw*. Ce logiciel fonctionne à partir d'une matrice des relations, entre un ou deux jeux de données numériques, que l'interface graphique rend ensuite visuelle sur la forme de cartographie. Malgré que nous cherchions à visualiser les interactions entre les acteurs seulement, ce qu'on appelle un réseau 1-mode, nous avons tout de même dû passer par les interactions entre les acteurs et les projets, ce qu'on appelle un

réseau 2-mode. Il s'agit d'une étape intermédiaire fréquente, particulièrement en analyse des réseaux sociaux.

5.2.2.1 Réseau des acteurs morcelé

La première interprétation qui ressort des cartographies est que le réseau des acteurs dans sa globalité apparaît morcelé. On peut compter cinq parties, dont une vraiment plus imposante que les quatre autres. Celle-ci constitue le réseau principal des acteurs, tandis que les autres peuvent être assimilés à des réseaux secondaires. Ces derniers sont séparés du réseau principal pour la raison évidente qu'ils n'ont pas d'acteurs en commun avec celui-ci. Cette raison peut être une question de géographie, c'est-à-dire que le projet est établi ailleurs qu'au Québec, et engage ainsi des acteurs locaux. Ou bien elle peut être une question aussi de fidélité, le plus souvent car l'ancienneté du projet fait que les acteurs impliqués continuent de travailler ensemble malgré que de nouveaux acteurs apparaissent.

La deuxième interprétation se situe au niveau du réseau principal au sein duquel on remarque trois sous-groupes d'acteurs très resserrés avec, à l'intérieur, une densité de liens très importante. Cette densité indique que ces acteurs sont tous liés les uns aux autres, donc qu'ils sont tous impliqués dans le même projet. Ces sous-groupes correspondent à trois projets de réduction d'émissions de GES du marché volontaire dont les crédits compensatoires ont trouvé énormément d'acheteurs. Il s'agit de deux projets de gestion des déchets par Prorec et Gestion Ferti-Val/Agrior, et d'un projet de destruction de CH₄ par Enfoui-Bec.

La troisième interprétation concerne la disposition générale du réseau principal. On remarque que plus l'on s'éloigne du centre du réseau, plus les liens se raréfient aboutissant même à des *cutpoints*. La présence de *cutpoints* dans un réseau est un indicateur de manque de compacité car ils font la liaison entre celui-ci et les nœuds périphériques. En cas d'absence de ces *cutpoints*, les nœuds périphériques se détachent du réseau. Cette raréfaction des liens en périphérie du réseau principal et, à l'inverse, une extrême densité en son centre, est un signe de la présence d'un ou plusieurs nœuds centraux par lesquels la plupart des liens transigent.

5.2.2.2 Trois acteurs contrôlent le réseau

La centralité est un concept en analyse des réseaux qui permet de déterminer la présence de nœuds centraux au sein d'un réseau. Il existe plusieurs formes d'expression de ce concept, nous avons retenu les trois les plus couramment utilisées : le degré, l'intermédiarité et la proximité. Ce sont avant tout des mesures, c'est-à-dire qu'elles sont calculables mathématiquement (le logiciel *UCINet* le propose). Mais dans notre cas, nous cherchons surtout à visualiser ces nœuds centraux sur les cartographies. L'interface graphique *NetDraw* propose en effet de régler la taille des nœuds selon l'une des mesures de centralité.

Les centralités de degré et d'intermédiarité ont produit les résultats les plus flagrants. Ces deux mesures ont permis de faire ressortir trois nœuds centraux présents au sein du réseau principal qui correspondent à un quantificateur et deux vérificateurs. Ces acteurs, respectivement National Écocredit, le Bureau de normalisation du Québec et Carbon Quantum, confirment le second constat entrevu à la suite de notre répertoire des acteurs. Les acteurs qui contrôlent le marché des crédits compensatoires sont bien des vérificateurs, accompagnés par les quantificateurs. En pratique, ces rôles ne sont

jamais remplis par le même acteur au sein d'un projet car il est question de conflit d'intérêt. Ceci dit, les vérificateurs et les quantificateurs sont fréquemment les mêmes organismes qui sont accrédités pour les deux rôles.

5.2.2.3 Structuration du réseau en quatre sous-périodes

La période d'étude de ce travail de recherche s'étend de 1999 à 2015 pour des raisons pratiques : les plus anciens projets de réduction d'émissions de GES de notre répertoire datent de 1999, tandis que nous avons entamé cette méthodologie de recherche en juillet 2015. Mais surtout, cette période se trouve à l'intérieur de l'évolution des crédits compensatoires, dont on peut situer le commencement en 1989, date de la première transaction officielle de crédits compensatoires, jusqu'à aujourd'hui avec le cadre pancanadien des crédits compensatoires. Au début de notre période d'étude, le Protocole de Kyoto était en cours de ratification, et ses deux mécanismes de flexibilité en phase pilote. Le Canada et le Québec lancèrent leurs registres de réductions volontaires pour permettre aux entreprises de bénéficier de crédits pour mesure précoce en cas de mise en place d'un système réglementé.

Au niveau international, le Protocole de Kyoto entra peu après en vigueur et la principale illustration fut le SCEQE lancé par l'UE. Aux États-Unis, la CCX fut montée par plusieurs très grandes entreprises internationales sous la forme d'une bourse climatique à participation volontaire dont le fonctionnement s'inspira toutefois d'un système réglementé. Par la suite, l'échec des négociations à la Conférence des Parties de Copenhague en 2009 remit en question l'intérêt des pays pour les marchés du carbone dans leur politique de réduction d'émissions de GES.

Au Canada, les provinces entamèrent leur propre démarche de réduction de leurs émissions de GES suite au retrait du pays du Protocole de Kyoto. Le Québec se lia en 2008 avec des états américains et d'autres provinces canadiennes pour créer la WCI dans l'espoir de créer un système règlementé nord-américain. Au niveau provincial, le MDDELCC lança le programme Biogaz en 2007 afin d'aider financièrement les propriétaires de site d'enfouissement à récupérer et valoriser les gaz d'échappement, produisant ainsi des crédits compensatoires que le ministère racheta par la suite. La fin de notre période d'étude est essentiellement marquée par la mise en place du SPEDE en 2013, en association avec la Californie. En 2015, des protocoles de crédits compensatoires furent intégrés au système règlementé. Deux de ces protocoles concernent les sites d'enfouissement, permettant aux projets financés par le programme Biogaz, arrêté en 2013, de continuer à produire des crédits compensatoires.

En indiquant pour chaque acteur la durée d'implication dans un projet, cela nous a permis de réaliser des cartographies pour chaque année de la période d'étude. Le but est, comme l'énonce le troisième objectif de ce travail de recherche, de déterminer comment le réseau s'est structuré au cours la période d'étude. Il nous a paru judicieux de diviser l'évolution de la structuration en quatre sous-périodes. La première sous-période, de 1999 à 2002, correspond à la mise en place du réseau. Pour rappel, les mécanismes de flexibilité à cette époque sont en phase pilote en attendant la ratification officielle du Protocole de Kyoto. Le marché volontaire est encore très peu connu, que le gouvernement québécois tenta de mettre en lumière avec le lancement du programme ÉcoGeste. Le quantificateur (National Écocrédit) identifié comme un nœud central apparut en 2001, et démarra avec lui le réseau principal. Auparavant, durant les deux premières années, le réseau ne fut constitué que d'un réseau secondaire seulement. C'est en 2002 que le réseau principal prit réellement son envol, le nombre de nœuds se multipliant presque par quatre.

La deuxième sous-période s'étend de 2003 à 2006 et correspond à la croissance du réseau. Au cours des deux premières années, le réseau principal fut disposé en étoile avec un des trois sous-groupes d'acteurs appartenant au même projet. Cette disposition perdura jusqu'en 2005, puis elle se complexifia quelque peu en 2006 avec l'apparition d'un des deux vérificateurs (Bureau de normalisation du Québec) identifié comme nœud central. Le nombre d'acteurs fut en nette progression, conséquence sans doute de l'entrée en vigueur du MDP en 2005. Lorsque l'on se réfère à notre répertoire des acteurs, on s'aperçoit que la méthodologie de quantification la plus utilisée durant cette deuxième sous-période fut celle du MDP.

La troisième sous-période, de 2007 à 2010, correspond à l'apogée du réseau car le nombre d'acteurs fut à son paroxysme. En 2007, l'apparition du second vérificateur (Carbon Quantum) identifié comme nœud central apporta encore plus de complexité à la structure du réseau principal. L'année suivante, un autre des trois sous-groupes se forma proche du vérificateur Carbon Quantum, tandis que le dernier des trois sous-groupes se plaça plus en périphérie avec pour unique liaison au réseau principal le vérificateur Bureau de normalisation du Québec. Cette structure perdura jusqu'en 2009, puis elle commença à perdre de la densité en 2010. Il existe une raison purement technique à ce déclin : la durée de vie des projets. En général, les promoteurs s'engagent à gérer leurs projets pour une durée de sept ans qui peut être étendue de trois ans, ou reconduite à nouveau pour sept ans. À la fin de cette sous-période, nous arrivons au terme de beaucoup de projets recensés dans notre répertoire. Dans le même temps, le climat politique morose en matière de marché du carbone, tant sur la scène internationale (négociations ratées de Copenhague en 2009) que domestique (gouvernement conservateur réticent), n'incita pas à la reconduite ou l'implantation de projets.

La quatrième sous-période s'étend de 2011 à 2014 et correspond à l'éclatement du réseau. Sur toute la durée de la sous-période, la structure du réseau principal s'étira

autour des trois nœuds centraux. Pas moins de quatre *cutpoints* furent présents à chaque année, indiquant une compacité en déclin. La seule partie dense du réseau principal fut le dernier sous-groupe situé en périphérie. De surcroît, les réseaux secondaires ne furent jamais aussi nombreux que durant cette sous-période. En 2015, dernière année de notre période d'étude, le quantificateur (National Écocrédit) placé au centre du réseau principal depuis 2001 disparut, ce qui eut pour conséquence la dispersion du réseau principal. Cela indique que parmi les trois nœuds centraux, ce quantificateur avait un rôle structurel fondamental car il rassemblait différentes parties du réseau principal. Ces parties, toutes séparées les unes des autres en 2015, illustrent certainement la tendance de la structuration du marché des crédits compensatoires pour les années suivantes.

5.3 Quel destin pour le marché des crédits compensatoires au Québec ?

En 2015, le MDDELCC a incorporé cinq protocoles de crédits compensatoires dans le SPEDE, tandis que dans le même temps, la Californie en a le double de protocoles en vigueur dans son propre système règlementé. Cette différence fait que l'état américain génère bien plus de crédits compensatoires que le Québec, faisant nettement pencher la balance des revenus issus des crédits compensatoires échangés dans le cadre de la WCI en faveur de la Californie.

Pour y remédier, l'entrée en vigueur du système règlementé de plafonnement et d'échange de droits d'émission de l'Ontario en 2017 devait faire de la province voisine du Québec un allié de poids pour équilibrer la balance. Le nombre de projets de réductions d'émissions de GES implantés au Canada aurait pu ainsi augmenter, et plus de crédits compensatoires « canadiens » auraient pu être générés. Les deux provinces étaient d'ailleurs en cours d'adaptation des protocoles de crédits compensatoires déjà

en vigueur dans le SPEDE afin que le système règlementé ontarien bénéficie de protocoles semblables. Les deux gouvernements provinciaux œuvraient également à l'élaboration de nouveaux protocoles, en particulier sur l'agriculture, la foresterie ou encore les matières résiduelles dans le but de rattraper leur retard sur la Californie qui dispose déjà de ce genre de protocoles. La promesse du parti progressiste-conservateur, arrivé à la tête de la province en juin 2018, de sortir du système règlementé pourrait venir enrayer cette collaboration et laisser le Québec à la merci de la Californie comme il l'était auparavant.

Certains des nouveaux protocoles en cours d'élaboration seront repris du marché volontaire, puis adaptés aux critères de la WCI pour que les crédits compensatoires puissent être échangeables sur le marché règlementé. Notre répertoire des acteurs a montré que le marché des crédits compensatoires au Québec est en immense majorité volontaire (90,5%). L'adoption de ces nouveaux protocoles aura certainement pour effet de diminuer cette part, équilibrant ultimement la balance entre le SPEDE et le marché volontaire. La cartographie illustrant le réseau des acteurs en 2015 a montré un réseau principal en dispersion du fait de l'arrêt des activités d'un acteur majeur central. L'accaparement de protocoles du marché volontaire par le SPEDE aura certainement pour conséquence de voir un nouveau réseau principal se former, mais cette fois-ci avec le vérificateur accrédité par le MDDELCC, présumant le Bureau de normalisation du Québec, comme nœud central.

Sans nouveaux acteurs majeurs, le marché volontaire pourra trouver son salut dans les initiatives de compensation à petite échelle. Ces projets ne nécessitent pas de faire appel à tous les acteurs de la chaîne de création de crédits compensatoires car ces derniers ne répondront pas forcément à des standards de certification. La production de crédits compensatoires sera plus rapide, mais sera produite en plus petite quantité et destinée à compenser de faibles sources d'émissions de GES (déplacement professionnel, transport de particuliers, animation événementielle, etc). Ultimement, il semble bien

que le marché volontaire devienne tout de même secondaire au SPEDE sur le marché des crédits compensatoires au Québec.

CONCLUSION

Le mécanisme de marché adapté à la lutte aux CC provient originellement d'un débat sur l'efficacité réelle d'une taxe imposée à une source de pollution. Arthur Cecil Pigou, défenseur de cette dernière, est reconnu pour être le père de la taxe pigouvienne que l'on nomme aujourd'hui, dans le domaine des réductions d'émissions de GES, taxe carbone. Ronald Coase fut l'instigateur de ce débat car la taxe n'était selon lui pas le meilleur incitatif pour réduire une pollution. Il fut le premier à proposer le marché comme solution alternative dont il vantait, entre autres, le fardeau fiscal allégé sur la société. Thomas Dales fut réellement le premier économiste à avancer un modèle fonctionnel de marché dans le but de protéger une ressource naturelle. L'EPA se basa sur ce modèle pour créer l'*Acid Rain Program* qui permit de considérablement réduire les émissions de SO₂ et de NO_x aux États-Unis dans les années 1980.

Grâce au succès de ce marché climatique, la communauté politique internationale vit le mécanisme de marché comme une réponse possible à la réduction des émissions mondiales de GES. Les Nations unies l'adaptèrent à leur tour dans le cadre de la CCNUCC pour créer un marché à l'échelle mondiale qui prit naissance avec la ratification du Protocole de Kyoto au début des années 2000. C'est à partir de ce moment que le Canada commença à réfléchir à implanter un système équivalent à l'échelle de son territoire, mais le changement de gouvernement fédéral au milieu de la décennie contrecarra cette planification. À cette même époque, le marché du carbone au Québec était surtout constitué de réductions d'émissions volontaires encadré par un programme baptisé ÉcoGeste. Le gouvernement provincial restait toutefois enclin à mettre en place son propre marché réglementé, volonté alimentée également par le

retrait du Canada du Protocole de Kyoto en 2011. C'est ainsi que le SPEDE vit le jour en 2013 et vint se positionner en parallèle du marché volontaire. Deux ans plus tard, cinq protocoles de projets de création de crédits compensatoires repris du marché volontaire furent inclus dans le SPEDE. Le marché des crédits compensatoires au Québec, auparavant uniquement volontaire, s'est alors doté d'un volet réglementé.

Le marché volontaire du carbone, qui existait donc déjà avant l'entrée en vigueur du SPEDE, n'a jamais bénéficié d'un suivi strict en raison de son manque de structure. Afin de comprendre comment le marché des crédits compensatoires fonctionne au Québec, nous nous sommes fixés pour but d'effectuer une analyse des réseaux sur son évolution et sa structuration de 1999 à 2015. Pour cela, trois objectifs ont été déterminés. Le premier objectif a été d'identifier les acteurs socio-économiques impliqués dans le marché des crédits compensatoires au Québec. Tout d'abord, il faut savoir que les crédits compensatoires sont issus de projets de réduction d'émissions de GES qui engagent cinq types d'acteur : promoteur, quantificateur, vérificateur, revendeur et acheteur. La recherche des acteurs fut en réalité une recherche des projets implantés au Québec, ou bien gérés par des promoteurs établis en sol québécois. Les projets sont généralement inscrits dans les registres des organismes qui les vérifient, et parfois dans ceux des entreprises qui gèrent des plateformes d'échange de crédits compensatoires. Toute l'information a été assemblée sous la forme d'un répertoire, et classée les types d'acteur.

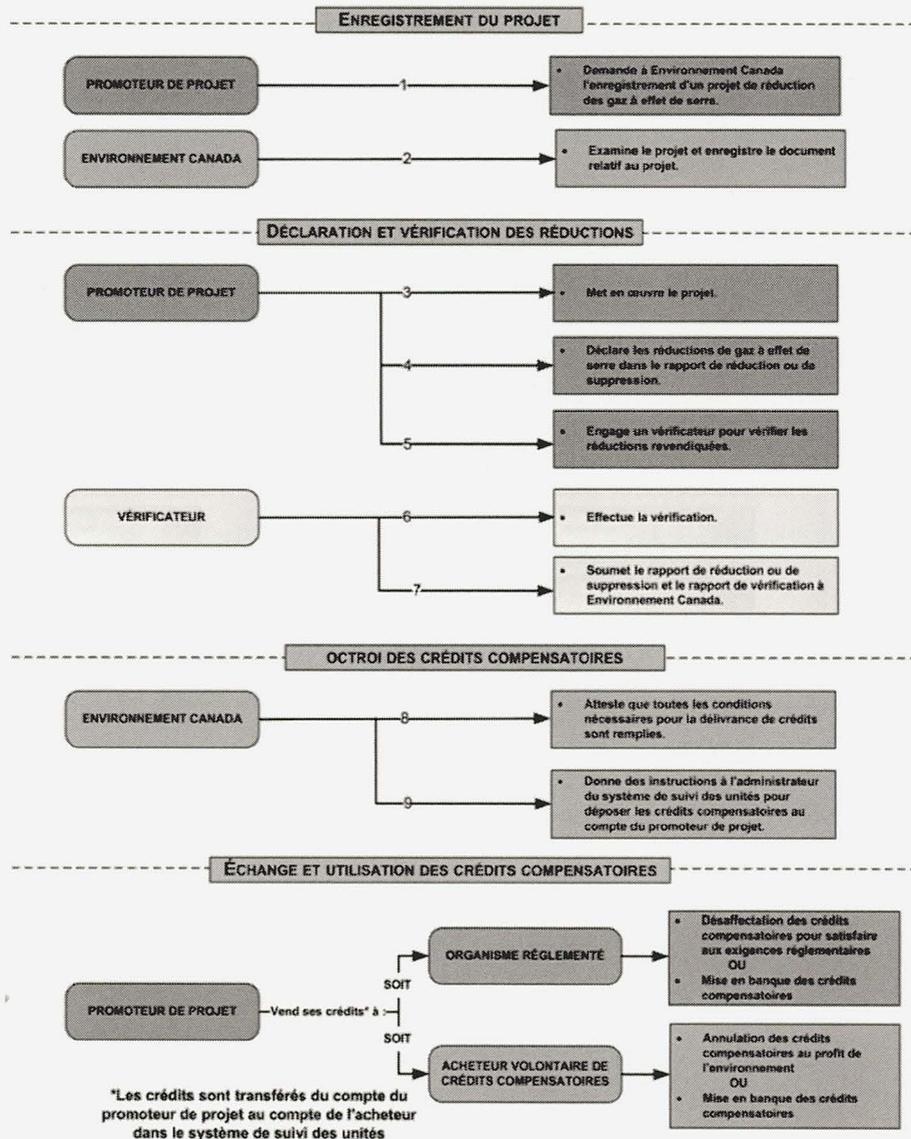
Le répertoire des acteurs sert ensuite de base de données pour le deuxième objectif qui fut de représenter graphiquement le marché des crédits compensatoires entre 1999 et 2015. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel d'analyse des réseaux *UCINet* qui fonctionne à partir de matrices de relations. Celles-ci sont ensuite rendues visuelles par l'interface graphique *NetDraw* qui l'accompagne. Pour avancer notre analyse, nous avons utilisé le concept de centralité qui sert à établir la présence de nœuds centraux dans un réseau. Les cartographies globales et chronologiques du réseau des acteurs ont

permis de répondre à notre troisième objectif : déterminer comment le réseau s'est structuré entre 1999 et 2015.

Le marché des crédits compensatoires au Québec entre 1999 et 2015 comporta soixante-quatorze projets impliquant deux-cent quarante-quatre acteurs. Les projets furent en très grande majorité sur le marché volontaire, tandis que les acteurs appartinrent pour la plupart au secteur privé. Les centralités de degré et d'intermédiation ont permis de déterminer que trois nœuds centraux, un quantificateur et deux vérificateurs, détenirent en quelque sorte le contrôle du réseau des acteurs. Les cartographies chronologiques ont illustré quatre sous-périodes de structuration de réseau : la mise en place, la croissance, l'apogée puis l'éclatement. En 2015, le réseau apparut dispersé en raison notamment de l'absence du quantificateur dont le rôle structurel fut fondamental quasiment tout au long de la période d'étude.

Bien que ce travail de recherche soit plein d'enseignement concernant l'identité des acteurs, leurs interactions et plus généralement la structuration du marché, il pourrait être poussé un peu plus loin en suivant quelques pistes d'approfondissement. Une première piste pourrait être les quantités d'émissions de GES réduites. En effet, cette information est accessible dans les différents registres de projets. Il serait intéressant d'évaluer la part d'émissions réduites de chacun des deux marchés, volontaire et réglementé. Une seconde piste pourrait être de prendre en compte certains acteurs non pas en tant qu'organisation, mais en tant que personne. En parcourant la documentation des projets de réduction d'émissions de GES, on remarque que les noms de quelques personnes reviennent fréquemment. Cela pourrait certainement apporter plus de continuité à notre chronologie, et rendre un aspect différent à la structuration du réseau.

ANNEXE A : SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME CANADIEN
DE CRÉDITS COMPENSATOIRES POUR LES GES PRÉVU EN 2008



source : Gouvernement du Canada, 2008

ANNEXE B : LISTE DES PROMOTEURS DE PROJETS DE RÉDUCTION
D'ÉMISSIONS DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU
QUÉBEC ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS

Régie inter-municipale des déchets de la Rouge
Les Serres coopératives de Guyenne
Coopérative Forêt d'Arden
Université Laval
Fondation pour les parcs et réserves de Côte d'Ivoire
Centre Universitaire de Santé McGill
Musée des Beaux-Arts de Montréal
Université du Québec à Chicoutimi
Office ivoirien des parcs et réserves
Ville de Montréal
Forêt Hereford
Société de coopération pour le développement international
ADEFOR
AIDER
Aéroports de Montréal
Commission Scolaire Marguerite Bourgeoys
Commission Scolaire des Patriotes
Centre de Santé et de Services Sociaux du Nord de Lanaudière
Jewish General Hospital
Centre de Santé et de Services Sociaux Domaine-du-Roy
Commission scolaire de la Pointe-de-l'Île
Les Sœurs de l'Assomption de la Sainte-Vierge
Office municipal d'habitation de Montréal
Centre local de développement du Bas-Richelieu
Chambre de commerce de Montréal métropolitain
Recyc-Québec
TOHU

Fédération des producteurs de porcs du Québec
Terreau Biogaz SEC
Centrale de Chauffage de Chicoutimi
Matériaux Excell
CO₂ Environnement
Les Serres du Saint-Laurent
Produits Forestiers Arbec
Granules LG
Solutions WILL
ICF International
Produits Polychem Canada
Recyclage Granutech
Ecotierra
Cemoi
Centre de valorisation de Crabtree
Lauzon Bois Énergétique Recyclé
Les Serres Jardins Nature
Climatisation et Chauffage Urbains de Montréal
Construction GFL
Enviroval
Gestion Ferti-Val
Agrior
Gaudreau Environnement
Les Serres Stéphane Bertrand Mirabel
Les Fermes E. Notaro et Fils
Les Entreprises Environnementales Pierrefonds
Royal-Mat
Ani-Mat
Sobeys
Enfoui Bec
Prorec
Envire Industries
Repro-Plastik Canada
Enviroplast
Plastrec

Recyc RPM

Transformation de Matières Recyclables

Solplast

Chemin de fer du Québec

Optigaz

Biothermica Technologies

Greenleaf Power

Bonduelle

Arbosilva

WSP Canada

Pure Sphera

**ANNEXE C : LISTE DES QUANTIFICATEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS
DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC
ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS**

CarbonFix

Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services

Stabilis

Enviro-Accès

CSA Group

EcoRessources

Certi-Conseil

National Ecocrédit

Solution Crédits Carbone

Zéro CO₂

Energium GHG/GES

AMF Energy Systems

Consulair

ANNEXE D : LISTE DES VÉRIFICATEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS
DE GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC
ENTRE 1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS

Rainforest Alliance

FLG

Raymond Chabot – Grant Thornton

Carbon Quantum

Mallette

Solmers

First Environment

SGS UK Ltd

Écocert

AENOR

Lafortune Enviroconseil

Centre de recherche industrielle du Québec

Plasdev International

Bureau de normalisation du Québec

SNC Lavalin

Fournier Toupin CPA

Cumming Cockburn Ltd

Internat Energy Solutions Canada

NSF International

**ANNEXE E : LISTE DES REVENDEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE
GES DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE
1999 ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS**

Groupe Carboneutre

Planétaire

LivClean

Offsetters

Carbon Trade Exchange

Greening Canada Fund

Carbonzero

Cleanairpass

Zerofootprint

ANNEXE F : LISTE D'ACHETEURS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GES
DU MARCHÉ DES CRÉDITS COMPENSATOIRES AU QUÉBEC ENTRE 1999
ET 2015 ISSUE DU RÉPERTOIRE DES ACTEURS

Concessionnaires automobiles Dodge et Chrysler London, Ontario

Fiducie familiale Lapointe Labbé

Mouvement Desjardins

Nutrinor Coopérative

École Nationale Supérieure des Techniques et Industries du Bois

Gouvernement du Québec

Ministère de l'Immigration de la Diversité et de l'Inclusion

Ministère de l'Économie de la Science et de l'Innovation

Ministère des Finances

Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs

Ministère des Affaires Municipales des Régions et de l'Occupation des Territoires

Environnement et Changement Climatique Canada

Ville de Sorel-Tracy

Simon Leclerc

Lee Thomas

Geoffrey Bowditch

David Miller

Christopher Moffat

Sandra Young

Graeme Andrew Howard Stagg

Geoffrey Bowditch

Saeefar Rehman

Paul Friend

Rabia Latif

Adrian Harbert

Wendy Costello

Peter Holland

Scott Henderson

Paul McLoughlin

Daniel Van Staden

Saira Bohan Croft

Brian Keane

Anthony Amielle

Terence Betts

Seamus McGovern

John William Linfield

William Ho Wai Leuk

Tan Siew Meow

James & Jessica Thomson

Richard Beaumont

Éric Plante

Jean Descoteaux

Festival international de Jazz de Montréal

Association des Cadres et Professionnels de l'Université de Montréal

Sommet international des coopératives

Chaire de recherche Éco-conseil

Réseau Environnement

Fondation des Cowboys Fringants

Association des Employeurs de l'Industrie de l'Automobile

Association des Directeurs Municipaux du Québec

Grand Défi Pierre Lavoie

Institut des Biens Immobiliers du Canada

Spectacle Aérien International de Bagotville

Société d'Habitation du Québec

Société de Transport de Montréal

Confédération des syndicats nationaux

Association des Étudiantes et Étudiants en Médecine de l'Université de Montréal

Association Québécoise des Établissements de Santé et de Services Sociaux

Fédération nationale des enseignants et enseignantes du Québec

Centre de développement bioalimentaire du Québec

Espace pour la vie

Complexes sportifs Terrebonne

Fondation Monique Fitz-Back

Zoo de Granby

Ecoreturn LLP

Williamsbank.net Ltd

Bentall Kennedy LP

Shell Canada Energy

Gaz Métro

Communauto

Belvédair

EcoStay

Aimia

BMO

Energiehandel Dresden Ltd

Pfalzwerke

Just Energy Trading LP

Coolaction.com

Banque Nationale

Delta Chelsea Toronto
Quality Suites Oakville
Fairfield Inn by Marriott Toronto Oakville
Best Western Fallsview
Best Western Colonel by Inn
Best Western Plus Kelowna
Best Western Little River Inn
Best Western Rainbow Country Inn
Best Western Voyageur Place
City Centre Travelodge
Quality Inn and Suites Airport
Clevelands House
Black Rock Oceanfront Resort
Econo Lodge Inn and Suites
Fairmont Hot Springs Resort
Bighorn Meadow Resort
Harrison Beach Hotel
Sunrise Ridge Waterfront Resort
SWI
Dillon Consulting Ltd
Spirit Ridge Vineyard Resort and Spa
Clearwater Suite Hotel
Forest Carbon Alliance
Air Canada
Kotmo
Transfert Environnement et Société
Produits Forestiers Résolu
Clenche
Maçonnex

Mine Niobec

Pur Patio

Aliments Biologiques Béland

Elkem Métal Canada

Alex Pneu Et Mécanique

Saguenay Volkswagen

Loto-Québec

Pratt & Whitney Canada

Sables Olimag

Fromagerie Champêtre

Intercar

Pol-O-Bic

Hydro-Québec Production

LKQ Lecavalier St-Jean

Groupe Alphard

Savoir-faire Linux

Ironman Canada

Chlorophylle Haute Technologie

Hôtel Chicoutimi

Ontario Power Generation

TD Bank Group

Santa Margherita

BIBLIOGRAPHIE

- Anja Kollmuss, L.S., Vladyslav Zhezherin. (2015). *Has Joint Implementation reduced GHG emissions? Lessons learned for the design of carbon market mechanisms*. [Working Paper]. Stockholm : Stockholm Environment Institute.
- Barata, M. (2016). *Carbon Credit and Additionality : Past, Present, and Future*. (Partnership for Market Readiness 13). : World Bank Group.
- Bayon, R., Hawn, A. et Hamilton, K. (2009). *Voluntary Carbon Markets : An International Business Guide to What They Are and How They Work* (2^{ème} éd.). London : Earthscan
- Bernstein, S., Betsill, M., Hoffmann, M. et Paterson, M. (2010). A Tale of Two Copenhagens: Carbon Markets and Climate Governance. *Millennium: Journal of International Studies*, 39(1), 161-173. doi: 10.1177/0305829810372480
- Bodansky, D. (2001). The History of the Global Climate Change Regime. Dans Luterbacher, U. et Sprinz, D. F. (dir.), *International Relations and Global Climate Change* (p. 18). Cambridge, Massachusetts : The MIT Press.
- Böhm, S. et Dahbi ,S. (2009). *Upsetting the Offset : The Political Economy of Carbon Markets*. London : MayFlyBooks.
- Borgatti, S.P., 2002. *NetDraw Software for Network Visualization*. Analytic Technologies: Lexington, KY
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies
- Boulanger, P.-M., Bréchet, T. et Lussis, B. (2005). Le Mécanisme pour un Développement Propre tiendra-t-il ses promesses ? *Reflets et perspectives de la vie économique*, XLIV(3). doi: 10.3917/rpve.443.0005

- Bourn, J. (2004, April 21 2004). *A New Way to Combat Climate Change* (Office, P., Trans.). (The UK Emissions Trading Scheme). London : National Audit Office. Récupéré de www.nao.org.uk
- Brohé, A., Eyre, N. et Howarth, N. (2009). *Carbon Markets : An International Business Guide* (1^{ère} éd.). London : Earthscan
- Bulkeley, H. et Newell, P. (2010). *Governing Climate Change*. Routledge
- Burtraw, D. et Szambelan, S.J. (2009). U.S. Emissions Trading Markets fo SO₂ and NO_x. [Discussion paper]. 41.
- Calel, R. (2011). *Climate change and carbon markets: a panoramic history*. [Working paper]. London School of Economics and Political Science.
- California Global Warming Solutions Act, 32 C.F.R. § 38500 (2006).
- Camey, S. et Hepburn, C. (2011). *Carbon trading: unethical, unjust and ineffective*. University of Oxford
London School of Economics and Political Science.
- Chan, H.S., Li, S. et Zhang, F. (2013). Firm competitiveness and the European Union emissions trading scheme. *Energy Policy*, 63, 1056-1064. doi: 10.1016/j.enpol.2013.09.032
- Chicago Climate Exchange. (2011). *Rulebook Phases I and II* (p. 68).
- Chichilnisky, G., Estrada-Oyuela, R., Gilotte, L., Hourcade, J.-C., Martins, J.O., Prat, A., Starrett, D., Sturm, P.H., Werksman, J. et Lin, Y. (2000). *Environmental Markets: equity and efficiency*. New York : Columbia University Press.
- Coase, R. H. (2013). The Problem of Social Cost. *The Journal of Law & Economics*, 56(4), 41.
- Commissaire du développement durable, (2016). *Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2016-2017*. Québec : Vérificateur général du Québec.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. (2018) *Élaboration d'un cadre pour les crédits compensatoires de gaz à effet de serre*.
- Dales, J. H. (1968). *Pollution, property & prices: An essay in policy-making and economics* University of Toronto Press.

- Damian, M. (2014). La politique climatique change enfin de paradigme. *Economie Appliquée*, 68(1), 72.
- Décision relative à un mécanisme pour surveiller les émissions de gaz à effet de serre dans la Communauté et mettre en oeuvre le protocole de Kyoto, 280/2004/CE C.F.R. (2004a).
- Décision définissant des lignes directrices pour la surveillance et la déclaration des émissions de gaz à effet de serre, conformément à la directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil, 2007/589/CE C.F.R. (2007).
- Dhanda, K.K. et Hartman, L.P. (2011). The Ethics of Carbon Neutrality: A Critical Examination of Voluntary Carbon Offset Providers. *Journal of Business Ethics*, 100(1), 119-149. doi: 10.1007/s10551-011-0766-4
- Directive établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CE du Conseil, 2003/87/CE C.F.R. (2003).
- Directive modifiant la directive 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté, au titre des mécanismes de projet du protocole de Kyoto, 2004/101/CE C.F.R. (2004b).
- Directive modifiant la directive 2003/87/CE afin d'améliorer et d'étendre le système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre 2009/29/CE C.F.R. (2009).
- Dufresne, J.-L. (2006). Jean-Baptiste Joseph Fourier et la découverte de l'effet de serre. *La Météorologie*, (53), 5.
- Dumont, J. (2013). *Le marché du carbone du Québec (SPEDE) : analyse et enjeux*. (Essai). Université de Sherbrooke. Maitrise.
- Encyclopedia, B.O. *Emissions trading: how emissions trading works*.
- Energy, M.o. (2015) *The End of Coal*. de <http://www.energy.gov.on.ca/en/files/2015/11/End-of-Coal-EN-web.pdf>
- Environnement Canada. (2001). *Mesures prises en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*. (Troisième rapport du Canada sur les changements climatiques). [Document PDF]. : Gouvernement du Canada.

- Environnement Canada. (2007). *Cadre réglementaire sur les émissions atmosphériques*. [Document PDF]. Bibliothèque et Archives Canada
- Etorre, N. (2014). *Les marchés du carbone, une fausse bonne idée? Les termes du débat*. (Mémoire). HEC Montréal. Maitrise.
- Exergia S.A. (2007). *Voluntary Carbon Market Diagnosis*. (Promoting Climate Change Policies in Turkey). Athens
- FACC. (2002). *Bâtir sur le succès*. [Document PDF]. : Gouvernement du Canada.
- Ferrier, C. (2007). Marchés nationaux et régionaux de permis négociables : leçons pour le régime international du changement climatique. Dans Maljean-Dubois, S. (dir.), *Changements climatiques : les enjeux du contrôle international* (p. 384) : La Documentation Française.
- GIEC. (2007). *Rapport de synthèse*. [Document PDF]. : OMM.
- Gillenwater, M. (2012). *What is Additionality? Part 1: A long standing problem*. GHG Institute.
- Gillenwater, M. et Seres, S. (2011). *The Clean Development Mechanism : a review of the first international offset program*. (Markets and Business Strategy). : Pew Center on Global Climate Change.
- Goulder, L.H. (2013). Markets for Pollution Allowances: What Are the (New) Lessons? *Journal of Economic Perspectives*, 27(1), 87-102. doi: 10.1257/jep.27.1.87
- Gouvernement du Canada. (2000). *Plan d'action 2000 du gouvernement du Canada sur le changement climatique*. [Document PDF]. : Gouvernement du Canada.
- Gouvernement du Canada. (2002, May 2002). *Plan national d'activités 2002 du Canada sur les changements climatiques*. (Processus national sur les changements climatiques). [Document PDF]. : Gouvernement du Canada.
- Gouvernement du Canada. (2008a, Mars 2008). *Cadre réglementaire sur les émissions industrielles de gaz à effet de serre*. (Prendre le virage). [Document PDF]. : Gouvernement du Canada.
- Gouvernement du Canada. (2008b). *Système canadien de crédits compensatoires pour les gaz à effet de serre*. (Prendre le virage). [Document PDF]. : Gouvernement du Canada.

- Gouvernement du Québec. (2018). *Loi sur la Qualité de l'environnement*. Publications Québec.
- Gouvernement du Québec. (2008). *Le Québec et les Changements Climatiques : Un défi pour l'avenir*. [Document PDF]. Bibliothèque nationale du Québec : Gouvernement du Québec.
- Gouvernement du Québec. (2000). *Plan d'action québécois 2000-2002 sur les changements climatiques*. (ENV2000-0173). Québec: Bibliothèque nationale du Québec.
- Gouvernement du Québec. (2012). *Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020*. (7347-12-05). [Document PDF]. Bibliothèque et Archives nationales du Québec : Gouvernement du Québec.
- Guesnerie, R. (2003). *Kyoto et l'économie de l'effet de serre*. (Conseil d'Analyse Économique éd.) : La Documentation Française.
- Hanneman, Robert A. and Mark Riddle. 2005. Introduction to social network methods. Riverside, CA: University of California, Riverside (published in digital form at <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>)
- Hsia-Kung, K. et Morehouse, E. (2014). A comprehensive analysis of the Golden State's Cap-and-Trade Program. (Carbon Market California). [Document PDF]. : Environmental Defense Fund. Récupéré de edf.org/california-cap-and-trade-updates
- Hasegawa, M. et Salant, S. (2015). The Dynamics of Pollution Permits. *Annual Review of Resource Economics*, 7, 26.
- IPCC. (2013). *The Physical Science Basis*. (Climate Change 2013). [Document PDF]. : WMO.
- IPCC. (2018). *an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty: Summary for Policymakers* : UNEP.
- Knox-Hayes, J. (2010). Creating the Carbon Market Institution: Analysis of the Organizations and Relationships That Build the Market. *Competition & Change*, 14(3-4), 176-202. doi: 10.1179/102452910x12587274068277
- Knox-Hayes, J. (2013). The spatial and temporal dynamics of value in financialization: Analysis of the infrastructure of carbon markets. *Geoforum*, 50, 117-128. doi: 10.1016/j.geoforum.2013.08.012

- Table de l'Industrie. (2000, February 2000). *Rapport sur l'aperçu de la Table de l'Industrie* (l'Industrie, T. d., Trans.). (Processus national sur le changement climatique). [Document PDF].
- Labatt, S. et White, R.R. (2007). *The Financial Implications of Climate Change*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Larson, D.F. et Breustedt, G. (2009). Will Markets Direct Investments Under the Kyoto Protocol? Lessons from the Activities Implemented Jointly Pilots. *Environmental and Resource Economics*, 43(3), 433-456. doi: 10.1007/s10640-009-9272-x
- Lederer, M. (2012a). Market making via regulation: The role of the state in carbon markets. *Regulation & Governance*, 6(4), 524-544. doi: 10.1111/j.1748-5991.2012.01145.x
- Lederer, M. (2012b). The practice of carbon markets. *Environmental Politics*, 21(4), 640-656. doi: 10.1080/09644016.2012.688358
- Lieberman, B. (2009) *Senate's Byrd-Hagel Resolution Should Guide Global Warming Discussion in Copenhagen*. Récupéré le November 15, 2016 de <http://www.heritage.org/research/reports/2009/11/senates-byrd-hagel-resolution-should-guide-global-warming-discussion-in-copenhagen>
- Maximova, K. (2014). *L'avenir du régime international sur les changements climatiques : quel véhicule juridique?* Vol. 55. *Les Cahiers de droit* (p. 969). : Université Laval. https://www.cahiersdedroit.fd.ulaval.ca/sites/cahiersdedroit.fd.ulaval.ca/files/te_xte_gagnant_2014.pdf
- Macdonald, D., Houle, D. et Patterson, C. (2011). L'utilisation du volontarisme afin de contrôler les émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel au Québec et au Canada : les cas des programmes VCR et ÉcoGeste. Dans Laval, P. d. l. U. (dir.), *Politiques environnementales et accords volontaires : le volontarisme comme instrument de politiques environnementales au Québec* (Vol. 45).
- McGee, R.W. et Block, W.E. (2011). Pollution Trading Permits as a Form of Market Socialism and the search for a Real Market Solution to Environmental Pollution. *Fordham Environmental Law Review*, 6(1), 77.

- MDDELCC. (2015). *Cible de réduction d'émissions de gaz à effet de serre du Québec pour 2030*. Dans communications, D. d. (dir.). [Document PDF]. Bibliothèque et Archives nationales du Québec : Gouvernement du Québec.
- Mercklé, P. (2011). *Sociologie des réseaux sociaux* (2^{ème} éd.). Collection Repères. Paris : La Découverte.
- Mizrach, B. (2012). Integration of the global carbon markets. *Energy Economics*, 34(1), 335-349. doi: 10.1016/j.eneco.2011.10.011
- MOECC. (2014). *Ontario's Climate Change Update*. [Document PDF].
- An Act respecting greenhouse gas, 172 C.F.R. (2016a).
- MOECC. (2016b). *Climate Change Action Plan*. [Document PDF]. : Gouvernement de l'Ontario.
- Murphy, D., Drexhage, J. et Wooders, P. (2009, May 19 2009). *Les mécanismes internationaux du marché du carbone au sein d'un accord post-2012 sur les changements climatiques*. [Document PDF]. : Institut international du développement durable.
- Newell, P. et Paterson, M. (2010). *Climate Capitalism: Global Warming and The Transformation of the Global Economy*. Cambridge
- Newell, R.G., Pizer, W.A. et Raimi, D. (2012). *Carbon Markets: Past, Present, and Future*. [Discussion paper]. Resources for the Future. Washington, DC.
- Northcott, M. S. (2010). The Concealments of Carbon Markets and the Publicity of Love in a Time of Climate Change. *International Journal of Public Theology*, 4(3), 294-313. doi: 10.1163/156973210x510866
- Nye, M. et Owens, S. (2008). Creating the UK Emission Trading Scheme: Motives and Symbolic Politics. *European Environment*, 18, 15. doi: 10.1002/eet
- OCDE. (2010). *Politiques et options pour une action globale au-delà de 2012 Économie de la lutte contre le changement climatique* (p. 330). 10.1787/9789264073913-fr
- Pedersen, S.L. (2001). The Danish Co2 Emissions Trading System. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 9(3), 14. doi: 10.1111/1467-9388.t01-1-00271

- Perdan, S. et Azapagic, A. (2011). Carbon trading: Current schemes and future developments. *Energy Policy*, 39(10), 6040-6054. doi: 10.1016/j.enpol.2011.07.003
- Pigou, A. C. (1932). *The Economics of Welfare* (Fourth Edition éd.). London : MacMillan and Co.
- Quééré, S., Delmas-patterson, G. et Berezin, A. (2016). A new paradigm of governance for a carbon-pricing system. *International Journal of Energy Production and Management*, 1(2), 192-205. doi: 10.2495/eq-v1-n2-192-205
- Riedy, C. et Atherton, A. (2008). *Carbon Offset Watch 2008 Assessment Report*. Sydney : Institute for Sustainable Futures.
- Schmalensee, R. et Stavins, R.N. (2017). Lessons Learned from Three Decades of Experience with Cap and Trade. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 20.
- Schneider, L. et Kollmuss, A. (2015). Perverse effects of carbon markets on HFC-23 and SF6 abatement projects in Russia. *Nature Climate Change*, 5(12), 1061-1063. doi: 10.1038/nclimate2772
- Schneider, L.R. (2011). Perverse incentives under the CDM: an evaluation of HFC-23 destruction projects. *Climate Policy*, 11(2), 851-864. doi: 10.3763/cpol.2010.0096
- Schwartz, S. (2009). Comment distribuer les quotas de pollution? Une revue de la littérature. *Revue d'économie politique*, 119(4), 34. doi: 10.3917
- Schwarze, R. (1999). Activities implemented jointly: another look at the facts. *Ecological Economics*, 32(2000), 267.
- Smith, S. et Swierzbinski, J. (2007). Assessing the performance of the UK Emissions Trading Scheme. *Environmental and Resource Economics*, 37(1), 131-158. doi: 10.1007/s10640-007-9108-5
- Southworth, K. (2017). Corporate voluntary action: A valuable but incomplete solution to climate change and energy security challenges. *Policy and Society*, 27(4), 329-350. doi: 10.1016/j.polsoc.2009.01.008
- Sovacool, B.K. (2011). The policy challenges of tradable credits: A critical review of eight markets. *Energy Policy*, 39(2), 575-585. doi: 10.1016/j.enpol.2010.10.029

- Stéphane Dion. (2005) *Le Projet vert canadien : notes pour une allocution de l'honorable Stéphane Dion, c.p., député, Ministre de l'Environnement du Canada.*
- Synnett, C. (2009). *Le marché volontaire du carbone en Amérique du Nord : analyse et choix stratégiques pour les organisations.* (Essai). Université de Sherbrooke. Maitrise.
- Taiyab, N. (2006). *Exploring the market for voluntary carbon offsets.* [Paper]. International Institute for Environment and Development. London.
- Tietenberg, T. (2010). Cap-and-Trade: The Evolution of an Economic Idea. [Article scientifique]. *Agricultural and Resource Economics Review*, 39(3), 9.
- UNFCCC. (2006, March 30 2006). Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its first session, held at from 28 November to 10 December 2005. Conference of the Parties (p. 66). Montreal
- Veal, G. et Mouzas, S. (2012). Market-Based Responses to Climate Change: CO₂ Market Design versus Operation. *Organization Studies*, 33(11), 1589-1616. doi: 10.1177/0170840612463325
- Western Climate Initiative. (2008). *Modèle recommandé pour le programme régional de plafonds-échanges de la Western Climate Initiative.*
- Williams, R.C. (2012). Growing state–federal conflicts in environmental policy: The role of market-based regulation. *Journal of Public Economics*, 96(11-12), 1092-1099. doi: 10.1016/j.jpubeco.2011.08.003
- Woerdman, E. et Van Der Gaast, W. (2001). Project-based emissions trading: the impact of institutional arrangements on cost-effectiveness. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 6, 154.