

HEC MONTRÉAL

Recherche empirique de comportements  
potentiellement collusifs dans les données des appels  
d'offres municipaux du Québec pour le secteur des  
enrobés bitumineux

par  
Louis Poirier

Sciences de la gestion  
(Économie appliquée)

Mémoire présenté en vue de l'obtention  
du grade de maîtrise ès sciences  
(M. Sc.)

Juin 2014

©Louis Poirier, 2014

## Résumé

Lors des appels d'offres au Québec, les pratiques collusives se produisent régulièrement et sont un sérieux problème pour la société. Pour détecter des comportements collusifs, nous avons décidé de nous pencher sur le marché des enrobés bitumineux à la Ville de Montréal et à la Ville de Québec entre les années 2005 et 2013. Nous avons assemblé manuellement les données sur les appels d'offres dans ce marché pour ces deux villes et avec celles-ci, nous avons enquêté sur la présence de pratiques collusives. Pour faire cet examen, nous avons tout d'abord testé si les comportements des firmes sont en accord avec un équilibre compétitif dans nos marchés avec les tests d'indépendance conditionnelle et d'interchangéabilité développés par Bajari et Ye (2003). Avec le test d'indépendance conditionnelle, nous trouvons que les firmes dans la ville de Québec ont en général un comportement plus compétitif que celles dans la ville de Montréal. De plus, après 2010, il ressort que les firmes à Montréal adoptent un comportement plus compétitif qu'auparavant. Toutefois, le test d'interchangéabilité n'est pas respecté dans les deux villes et donc, ne peut être utilisé pour démontrer la présence d'un comportement plus compétitif dans un des marchés. Ensuite, nous avons employé une approche différence en différence entre les deux villes. Avec celle-ci, nous sommes capables de démontrer qu'après avoir tenu compte de tous les coûts des firmes, il y a eu un déclin significatif dans le prix soumis par tonne pour les enrobés bitumineux à Montréal en 2010 comparativement à Québec. Somme toute, notre recherche fournit des preuves laissant fortement croire qu'il y a eu des pratiques collusives dans le marché des enrobés bitumineux à Montréal avant 2010.

Mots-clés : Pratiques collusives, Enrobés bitumineux, Différence en différence, test d'indépendance conditionnelle, test d'interchangéabilité, Montréal, Québec

## Abstract

During procurement auctions in Québec, bid rigging occurs frequently and is a serious problem for society. To attempt to detect bid rigging, we have studied the asphalt industry in Montréal and Québec cities between 2005 and 2013. To do so, we collected data on public tenders in both cities and with it, we investigated the presence of collusion. First, we tested whether the firms' behaviors during procurement auctions in this industry are consistent with a competitive model with the conditional independence and exchangeability tests developed by Bajari and Ye (2003). With the conditional independence test, we found that Québec city exhibits a more competitive behavior than Montréal city. Also, firms in Montréal exhibited a more competitive behavior in 2010 than before. However, the exchangeability condition is not met in both markets and therefore, it can't be used to assess whether a market is more collusive than another one. Then, we implemented a difference in difference approach between our two markets. With this procedure, we were able to demonstrate a significative decline in 2010 in the bids per ton in Montréal compared to Québec. To sum up, our research gives strong indications of bid rigging in the asphalt industry in Montréal before 2010.

Key words : Collusion, Bid rigging, Asphalt, Difference in difference, Conditional independence test, interchangeabilité test, Montréal, Québec

## Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mes directeurs, Decio Coviello et Robert Clark, pour leur écoute, leur support et leur intérêt pour ma recherche. Grâce à leur dévouement, j'ai pu développer un réel intérêt sur la collusion et me dépasser en tant que chercheur. Je tiens, aussi, à remercier Emmanuelle Mansart et Xavier Mercier, mes deux fidèles compagnons du bureau 4.174. Manu, sans toi, je ne pense pas que j'aurais été capable de passer au travers de la maîtrise. Je te remercie sincèrement pour ta présence inestimable, ton écoute et ta générosité à mon égard. Xavier, grâce à tes prodigieux conseils, tu m'as réellement aidé à peaufiner mon mémoire et ta présence dans le bureau a réellement contribué à rendre mes longues journées de travail sans fenêtres plus agréables.

De plus, je me dois de mentionner l'aide exceptionnelle de Simon Savignac. Merci de m'avoir supporté dans les bons, comme dans les mauvais moments. Merci à mes parents, Nicole et Bertrand, pour m'avoir appris qu'il ne faut jamais laisser tomber, même quand tout semble impossible. Merci aussi à Sylvie Bouchard, Céline Cardinal et Maude Painchaud-Benoît pour leur présence dans les pires moments.

## **Précisions sur les informations utilisées dans ce mémoire**

Nous avons utilisé pour la rédaction de ce mémoire des informations provenant généralement de sources publiques. Nous basons notre compréhension des faits surtout sur des données obtenues auprès des différentes municipalités, par la voie de demandes d'accès à l'information, à travers les transcriptions de témoignages de la Commission Charbonneau et des témoignages présentés lors de l'émission Enquête et dans les bulletins de nouvelles de Radio-Canada. Certaines des allégations faites devant la Commission Charbonneau ou présentées à Radio-Canada font l'objet de poursuites judiciaires. Selon les informations à notre disposition, ces allégations n'ont pas fait l'objet de décisions judiciaires. Toutefois, aux fins de l'analyse qui est faite dans le présent mémoire, qui est strictement de nature économique, nous prenons ces faits comme étant avérés.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Revue de littérature</b>	<b>4</b>
2.1	Définition des concepts clés . . . . .	4
2.1.1	Facteurs favorisant l'apparition de la collusion . . . . .	4
2.2	Méthode de dépistage de la collusion selon l'approche structurelle	5
2.2.1	Tests économétriques de dépistage de la collusion selon l'ap- proche structurelle . . . . .	5
2.2.2	La méthode du bris structurel selon l'approche structurelle	8
2.3	Méthode de dépistage de la collusion selon l'approche comporte- mentale . . . . .	9
2.3.1	Tests économétriques de dépistage de la collusion selon l'ap- proche comportementale . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Description des données</b>	<b>13</b>
3.1	Collecte et compilation des données . . . . .	13
3.2	Processus d'adjudication dans le marché . . . . .	14
3.3	Variables d'intérêt . . . . .	15
3.4	Statistiques descriptives . . . . .	16
3.4.1	Villes de Québec et de Montréal . . . . .	16
3.4.2	Types d'enrobés bitumineux . . . . .	17
3.4.3	Firmes dans le marché . . . . .	17
3.4.4	Prix unitaire . . . . .	18
3.4.5	Soumission totale et autres variables . . . . .	20
3.5	Faiblesse des données . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Modèle</b>	<b>25</b>
4.1	Caractéristiques du modèle d'enchères . . . . .	25
4.2	Conditions d'un équilibre compétitif . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>29</b>
5.1	Fonction de soumission sous la forme réduite . . . . .	29
5.2	Test d'indépendance conditionnelle . . . . .	30
5.3	Test d'interchangéabilité . . . . .	32
5.4	Limite des tests . . . . .	32
5.5	Approche différence en différence . . . . .	33

<b>6 Résultats</b>	<b>36</b>
6.1 Fonction de soumission . . . . .	36
6.2 Test d'indépendance conditionnelle . . . . .	37
6.2.1 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre premier moment . . . . .	38
6.2.2 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre deuxième moment . . . . .	39
6.2.3 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre troisième moment . . . . .	40
6.2.4 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre quatrième moment . . . . .	41
6.3 Test d'interchangéabilité . . . . .	43
6.3.1 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre premier moment . . . . .	43
6.3.2 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre deuxième moment . . . . .	43
6.3.3 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre troisième moment . . . . .	43
6.3.4 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre quatrième moment . . . . .	43
6.4 Approche différence en différence . . . . .	46
6.5 Discussion des résultats . . . . .	52
<b>7 Conclusion</b>	<b>55</b>
<b>8 Annexes</b>	<b>57</b>
A Exemple de tableau reçu de la part de la Ville de Québec	57
B Exemple de tableau reçu de la part de la Ville de Montréal	57
C Critère de sélection des enrobés bitumineux, selon le ministère des Transports du Québec	58
D Annexe de tous les tableaux	59
E Implication théorique du changement de structure dans la Ville de Québec	65
F Propriétés de l'équilibre	67

<b>9 Figures</b>	<b>68</b>
<b>10 Bibliographie</b>	<b>75</b>

## Table des figures

1	Carte des arrondissements de la Ville de Québec avant la fusion . . . . .	68
2	Carte des arrondissements de la Ville de Québec après la fusion . . . . .	68
3	Carte des arrondissements de la Ville de Montréal . . . . .	69
4	Indice Herfindahl selon les années . . . . .	70
5	Indice Herfindahl avec la loi et sans la loi à Québec . . . . .	70
6	Prix par tonne métrique selon les compagnies dans la Ville de Québec selon les années . . . . .	71
7	Prix moyen des enrobés et du bitume à Québec . . . . .	71
8	Prix par tonne métrique selon les compagnies dans la Ville de Montréal selon les années . . . . .	72
9	Prix moyen des enrobés et du bitume à Montréal . . . . .	72
10	Coût total moyen unitaire à Québec . . . . .	73
11	Coût total moyen unitaire à Montréal . . . . .	73
12	Prix moyen des enrobés à Québec et à Montréal . . . . .	74
13	Coût total moyen unitaire à Québec et à Montréal . . . . .	74

## Liste des tableaux

1	Statistiques descriptives pour le prix unitaire dans nos 2 villes . . .	19
2	Statistiques descriptives pour la soumission totale dans le marché de Québec . . . . .	21
3	Statistiques descriptives pour la soumission totale dans le marché de Montréal . . . . .	22
4	Régression sur la fonction de soumission de la Ville de Québec et de Montréal . . . . .	36
5	Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Québec avant le bris structurel . . . . .	38
6	Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Québec après le bris structurel . . . . .	39
7	Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Montréal avant le bris structurel . . . . .	41
8	Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Montréal après le bris structurel . . . . .	42
9	Résultats du test d'interchangéabilité pour Québec avant le bris structurel . . . . .	44
11	Résultats du test d'interchangéabilité pour Montréal avant le bris structurel . . . . .	45
12	Résultats du test d'interchangéabilité pour Montréal après le bris structurel . . . . .	46
13	Prix <sub>tm</sub> avant/après le bris structurel de 2010 . . . . .	47
14	SOUM/QTEE avant/après le bris structurel de 2010 . . . . .	48
15	Résultats de l'approche différence en différence avec le prix par tonne métrique . . . . .	49
16	Résultats de l'approche différence en différence avec le coût total unitaire . . . . .	51
17	Montant adjudgé par année à Québec et à Montréal . . . . .	59
18	Numérotation des firmes de la Ville de Québec . . . . .	59
19	Statistiques descriptives pour les firmes à Québec entre 2005 et 2013	60
20	Numérotation des firmes de la Ville de Montréal . . . . .	60
21	Statistiques descriptives pour les firmes à Montréal entre 2005 et 2013 . . . . .	61
22	Variables de la fonction de soumission . . . . .	62

23	Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Québec avant le bris structurel . . . . .	63
24	Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Québec après le bris structurel . . . . .	63
25	Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Montréal avant le bris structurel . . . . .	63
26	Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Montréal après le bris structurel . . . . .	64
27	Régression en différence sur les corrélations (r) à Québec . . . . .	64
28	Régression en différence sur les corrélations (r) à Montréal . . . . .	64

# 1 Introduction

De tout temps, nous avons pu observer des entreprises privées se regrouper pour empêcher la concurrence dans leur marché. Par exemple, au Moyen Âge en Europe, les guildes, regroupements de marchands d'une même industrie, fixaient elles-mêmes leurs prix et interdisaient à tout autre commerçant de vendre leurs produits. Depuis, les gouvernements des pays occidentaux ont promulgué des lois pour rendre illégal ce type d'accords réduisant la concurrence. Malheureusement encore aujourd'hui, des accords collusifs entre firmes se produisent régulièrement et sont nuisibles au bien-être des citoyens. En effet, les ententes collusives créent un transfert de richesse injustifié des consommateurs vers les firmes pour accroître les profits de celles-ci.

Lors d'appels d'offres pour des contrats publics, il peut aussi y avoir des ententes collusives entre les firmes. En effet, si un gouvernement a besoin d'une firme privée pour réaliser des travaux publics, il va émettre un appel d'offres pour solliciter l'expertise de plusieurs d'entre elles. Dans ce contexte, les firmes peuvent se réunir clandestinement et conclure une entente collusive pour répondre à l'appel d'offres. Par exemple, cette entente peut prendre la forme d'un truquage des soumissions pour que chacune des firmes soumissionne un montant plus élevé qu'elles ne l'auraient fait en libre marché. Les firmes augmentent ainsi leurs profits et conséquemment, l'argent des taxes et des impôts des citoyens est gaspillé pour enrichir ce groupe de firmes collusives. Des pratiques collusives, lors d'appels d'offres pour des contrats publics, ont été régulièrement dénoncées dans le passé dans plusieurs pays occidentaux et ces dénonciations permettent une saine répartition des taxes et des impôts des citoyens.

Dans les dernières années au Québec, de nombreuses allégations de pratiques collusives dans l'industrie de la construction ont fait les manchettes des journaux. Si ces allégations sont véridiques, il y aurait eu présence de collusion lors d'appels d'offres pour des contrats publics, lors des dernières décennies, dans cette industrie dans plusieurs grandes villes de la province. Avant de poursuivre, nous ferons un rappel de la lutte contre la collusion au Québec, depuis 2009, pour bien mettre l'accent sur l'ampleur du problème. À la fin de 2009, plusieurs acteurs du milieu de la construction ont fait part de pratiques illégales et collusives dans cette industrie au Québec.<sup>1</sup> Ces témoignages ont mené au déclenchement d'une

---

1. Le 15 octobre 2009, un reportage de l'émission Enquête sonna l'alarme sur des pratiques

opération policière, l'Opération Marteau, le 22 octobre 2009, pour enquêter sur les pratiques dans cette industrie. Ensuite, en octobre 2011, devant l'étendue des allégations de collusion, le premier ministre du Québec lança une commission d'enquête publique sur l'industrie de la construction : la Commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction.<sup>2</sup> Depuis sa création, divers interlocuteurs ont témoigné pour faire part de pratiques collusives impliquant plusieurs des plus grandes firmes de l'industrie de la construction au Québec.<sup>3</sup> Par exemple, un témoin de la Commission, Gilles Théberge, y a fait part de la création d'un cartel dans l'industrie de l'asphalte à Montréal en l'an 2000 et celui-ci aurait engendré un gonflement des coûts de 30% dans cette industrie. Bien que la véracité de tous ces témoignages ne puisse être démontrée hors de tout doute, il n'en demeure pas moins que la situation au Québec dans ce milieu est hautement préoccupante.

Ce mémoire s'insère dans ce contexte d'actualité et se veut un premier apport empirique pour analyser le comportement des firmes soupçonnées de collusion à l'aide de modèles économétriques dans le milieu de la construction au Québec. Pour effectuer notre dépistage de la collusion, nous avons choisi de nous concentrer sur un secteur particulier de l'industrie de la construction, celui de la fourniture des enrobés bitumineux. On désigne couramment les enrobés bitumineux sous l'appellation générique « asphalte ». Ce secteur correspond aux contrats demandant à des firmes privées de fournir des enrobés bitumineux aux municipalités. Le secteur des enrobés bitumineux nous semble prometteur pour dénicher de la collusion pour trois raisons. Premièrement, grâce à l'homogénéité des matières premières employées dans ce secteur, celui-ci est plus facilement analysable que d'autres secteurs du milieu de la construction. Deuxièmement, grâce aux importants travaux de réfection des routes dans la province pendant les dernières années, la demande pour les enrobés bitumineux a été croissante et peu sensible aux variations de prix. Troisièmement, plusieurs cartels ont eu lieu par le passé dans d'autres pays dans ce secteur, ce qui pourrait laisser croire douteuses dans l'industrie de la construction et il s'en suivit une vague de révélations au sujet de la corruption dans cette industrie au Québec.

2. La Commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction est communément dénommée la Commission Charbonneau au Québec. Nous nous référerons à celle-ci sous cette appellation dorénavant.

3. Voir à cet effet, les articles publiés par la Société Radio-Canada sur la Commission Charbonneau à propos des témoignages : de Gilles Théberge sur le cartel de l'asphalte à Montréal, de Patrice Mathieu sur la collusion à Québec et de Marc-André Gélinas sur la collusion à Gatineau.

que celui-ci possède des caractéristiques qui le rendent favorable à l'écllosion de la collusion.<sup>4</sup>

Donc, notre question de recherche est la suivante : « Est-on capable de démontrer, à l'aide de tests économétriques, la présence de comportements potentiellement collusifs dans des appels d'offres pour des contrats publics dans le secteur des enrobés bitumineux ? » Nous chercherons donc des indices de comportements non conformes avec la compétition dans notre marché. En effet, ceux-ci nous donneront des pistes pour déceler la présence de collusion, mais ne pourront jamais nous permettre de déterminer hors de tout doute qu'il y a eu collusion. Pour répondre à notre question de recherche, nous avons assemblé des données sur les appels d'offres pour les contrats de fourniture des enrobés bitumineux par le processus d'accès à l'information pour les Villes de Montréal et de Québec. Nous leur avons demandé l'intégralité des soumissions reçues pour des appels d'offres concernant la fourniture d'enrobés bitumineux pour la période qui va de 2005 à 2013. Avec ces soumissions, nous avons testé si le comportement des firmes dans les marchés de Montréal et de Québec dévie d'un équilibre compétitif avec deux tests économétriques. Nous avons trouvé que la ville de Québec exhibe un comportement beaucoup plus compétitif que celui de la Ville de Montréal. De plus, nous avons découvert que la Ville de Montréal a un comportement beaucoup plus compétitif après 2009 et cela est un indice laissant présager la présence d'un cartel avant 2010. Ensuite, nous avons fait une approche différence en différence pour chiffrer les dommages du manque de compétition à la Ville de Montréal avant 2010. Nous avons trouvé qu'avant 2010, les coûts étaient gonflés à Montréal de 34 % par rapport à un point de comparaison compétitif, ce qui constitue une preuve de non-compétition dans ce marché.

Ce mémoire est structuré de la façon suivante. Le second chapitre présente une revue de littérature décrivant les définitions clés reliées à notre sujet et les principales approches méthodologiques utilisées dans la littérature pour détecter la collusion. Le troisième chapitre porte sur la description des données employées et leurs limites. Le quatrième chapitre est consacré à notre modèle théorique d'enchères pour analyser le comportement des firmes. Le cinquième chapitre décrit notre méthodologie pour tester la présence de comportements collusifs. Le sixième présente nos résultats et une discussion sur ceux-ci.

---

4. Par exemple, voir à cet effet le cas du cartel de l'asphalte en 2013 en Finlande, tel que dénoncé par la Société Lemminkäinen.

## 2 Revue de littérature

Cette revue de littérature est divisée en trois parties : tout d’abord (1) nous définissons les concepts reliés à la collusion et les facteurs favorisant son apparition ; ensuite (2) nous dressons un portrait de la méthode de dépistage de la collusion, selon l’approche structurelle, et décrivons deux contributions scientifiques reliées à celle-ci et pour finir (3) nous dressons un portrait de la méthode de dépistage de la collusion, selon l’approche comportementale, et décrivons une contribution scientifique reliée à celle-ci.

### 2.1 Définition des concepts clés

Tout d’abord, un cartel est un accord réalisé entre des firmes indépendantes d’un même secteur industriel, afin de faire de la collusion et selon Porter et Zona (1993), la collusion est : « un arrangement dans un groupe de soumissionnaires qui peut être explicite ou implicite et qui est conçu pour limiter la compétition entre les participants (p.522) ». <sup>5</sup> Selon Harrington (2005), la collusion explicite est illégale et exige une communication directe et coordonnée de la part des firmes pour restreindre la concurrence. Dans le marché des enrobés bitumineux, comme cela a été mentionné à la Commission Charbonneau, il y aurait eu des accords visant à limiter la compétition, lors du processus d’octroi de contrats par appels d’offres publics dans les années 2000. <sup>6</sup> C’est pourquoi ce marché a été retenu pour enquêter sur des comportements potentiellement collusifs.

#### 2.1.1 Facteurs favorisant l’apparition de la collusion

Avant d’analyser un marché, il faut comprendre les principales caractéristiques qui facilitent l’apparition de la collusion dans celui-ci, lors d’un processus d’appel d’offres pour un contrat public. Plusieurs articles empiriques ont défini ces caractéristiques. (Voir à ce sujet, les articles suivants : Hay et Kelly (1974), Porter et Zona (1993), Pesendorfer (2000) et Porter et Zona (1999)) Nous présentons la liste réalisée par Porter et Zona (1993), car elle nous semble la plus exhaustive réalisée à ce jour. Selon les auteurs, les neuf caractéristiques facilitant la collusion, lors d’appels d’offres publics gouvernementaux, sont les suivantes : 1) les firmes compétitionnent seulement sur les prix, 2) le produit vendu dans le marché est homogène, 3) les contrats sont annoncés publiquement, 4) la de-

---

5. Traduction libre de Robert H. Porter and J. Douglas Zona

6. Voir à cet effet les propos de Gilles Théberge à la Commission Charbonneau sur la présence d’un cartel de l’asphalte à Montréal depuis les années 2000.

mande pour le produit est inélastique, 5) le marché est composé de peu de firmes et ces firmes ne changent pas dans le temps, 6) des syndicats locaux exercent des pressions à la hausse sur les prix, 7) les annonces de contrats publics se font à intervalles réguliers et prévisibles, 8) les firmes ont des coûts homogènes et 9) les firmes ont des opportunités de communiquer entre elles. Ces caractéristiques simplifient l'implantation d'accords collusifs dans un marché. En effet, elles rendent le marché plus transparent, donc il devient plus facile de maintenir un accord collusif dans le marché, en surveillant les comportements des autres firmes. Ce sont ces caractéristiques que nous devons avoir en tête lorsque vient le temps d'identifier un secteur potentiellement collusif. Le secteur des enrobés bitumineux au Québec répond à la majorité de ces caractéristiques. En effet, ce secteur présente les traits suivants : compétition uniquement sur les prix, homogénéité du produit, annonces publiques des contrats, inélasticité de la demande, présence de peu de firmes dans le marché et possibilités de communiquer entre les firmes. C'est pourquoi nous l'avons identifié comme un secteur avec des comportements potentiellement collusifs.

## **2.2 Méthode de dépistage de la collusion selon l'approche structurelle**

Selon Harrington (2005), l'approche structurelle a « pour but d'identifier les marchés avec des traits reconnus pour favoriser la collusion (page 1) ». <sup>7</sup> Cette méthode implique d'identifier des caractéristiques observables qui rendraient une industrie plus propice à adopter des comportements collusifs. Celle-ci ne peut prouver l'évidence de comportements collusifs, mais peut plutôt nous démontrer que les comportements analysés ne cadrent pas avec ceux habituellement observés dans un marché compétitif. Nous allons analyser la contribution de Bajari et Ye (2003), selon l'approche structurelle, dans la sous-section 2.2.1. Deuxièmement, nous décrirons la méthode du bris structurel qu'on appelle parfois la méthode différence en différence dans la section 2.2.2.

### **2.2.1 Tests économétriques de dépistage de la collusion selon l'approche structurelle**

Bajari et Ye (2003) se sont posés la question suivante dans leur article : « Est-ce que le comportement observé des firmes dans un marché est incohérent avec

---

7. Traduction libre d'Harrington Jr. , Joseph E.

la compétition ? (page 6) ». <sup>8</sup> Ils ont créé deux tests pour y répondre.

Pour répondre à leurs interrogations, Bajari et Ye ont construit un modèle compétitif d'enchères avec  $N$  firmes qui entrent en compétition pour construire un seul et indivisible projet public. Ce modèle est composé de 5 conditions théoriques à respecter pour être en équilibre compétitif. L'apport de ce modèle à la littérature nous semble très important et nous nous en servons dans notre mémoire. Pour ce faire, nous expliciterons plus en détail leur modèle compétitif et les conditions à respecter dans la section 4. Pour mettre en application celui-ci, les auteurs ont utilisé comme base de données les appels d'offres pour les contrats publics d'entretien des autoroutes aux États-Unis de 1994 à 1998. Ils ont étudié 138 contrats publics pour lesquels 98 compagnies ont soumissionné au moins une fois. Ils ont choisi d'étudier ce marché, car plusieurs des firmes présentes dans celui-ci avaient déjà reçu des amendes pour collusion. Cette motivation d'étudier un marché où il y a des allégations de collusion est semblable à la nôtre et c'est pourquoi nous mettons l'accent sur cet article.

Les auteurs ont analysé, dans leur article, les variables suivantes : (1) les soumissions de toutes les firmes  $i$  pour chacun des projets  $t$  ( $BID_{i,t}$ ), (2) un estimé d'un ingénieur du coût pour chaque projet ( $EST_t$ ), (3) une mesure de la distance entre l'emplacement de la firme et l'emplacement du projet à réaliser ( $DIST_{i,t}$ ), (4) le logarithme naturel de cette distance ( $LDIST_{i,t}$ ), (5) la capacité utilisée pour chaque firme sur le projet ( $CAP_{i,t}$ ), (6) le pourcentage maximal de la capacité libre de toutes les firmes sur un projet ( $MAXP_{i,t}$ ), (7) la distance minimale à parcourir pour réaliser un projet  $t$  entre toutes les firmes soumissionnant pour celui-ci ( $MDISR_{i,t}$ ), (8) le logarithme naturel de la distance minimale ( $LMDIST_{i,t}$ ) et (9) la proportion des projets faits dans un même état américain par une firme ( $CON_{i,t}$ ). Avec ces variables, ils testent l'équation suivante :

$$\frac{BID_{i,t}}{EST_t} = \beta_0 + \beta_1 * LDIST_{i,t} + \beta_2 * CAP_{i,t} + \beta_3 * MAXP_{i,t} + \beta_4 * LMDIST_{i,t} + \beta_5 * CON_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

Ils estiment l'équation 1 par régression avec la méthode des moindres carrés ordinaires et les résultats de leur régression suivent l'intuition économique. Pour notre mémoire, cette équation nous semble pertinente pour analyser les

---

8. Traduction libre d'Harrington Jr. , Joseph E.

déterminants de la collusion dans un marché donné et nous posons une équation semblable en 5.1 pour analyser les déterminants des soumissions dans notre marché des enrobés bitumineux des villes de Montréal et de Québec.

**Test d'indépendance conditionnelle** Après avoir tenu compte de toute l'information disponible publiquement, les soumissions des firmes pour un appel d'offres devraient être indépendantes. C'est une de leurs conditions pour être en équilibre compétitif. Toutefois, si les firmes, avant de déposer leurs soumissions, se rencontrent et décident ensemble comment coordonner leurs offres, leurs soumissions seront corrélées entre elles. Par ailleurs dans un équilibre compétitif, chaque soumission des firmes devrait être non corrélée entre elles, car il n'y a pas de coordination entre les firmes au niveau des soumissions. En effet, il ne devrait pas y avoir d'élément qui affecte les soumissions des firmes sans être relié avec l'information disponible publiquement. Aussi non, cela pourrait être un signe de collusion entre les firmes. Donc, ce test est pertinent à effectuer dans notre marché des enrobés bitumineux, car celui-ci nous permet de vérifier si un autre facteur, comme la collusion, pourrait influencer conjointement les soumissions des firmes. Nous utiliserons ce test pour notre mémoire et nous l'expliquerons davantage dans la section 5.2.

**Test d'interchangeabilité** Les soumissions des firmes pour un appel d'offres public devraient être interchangeables, ce qui signifie qu'une permutation de l'information publiquement disponible devrait interchanger de façon équivalente les soumissions des firmes. C'est une autre des conditions à respecter pour être en équilibre compétitif. Par exemple, augmenter la distance pour un projet  $t$  de 50 km devrait affecter le niveau de soumission des firmes de façon identique. En effet, les facteurs influençant le coût de celles-ci devraient entrer dans la fonction de soumission des firmes de façon équivalente. L'intuition économique derrière ce test nous semble intéressante. En effet, chaque facteur influençant la soumission devrait affecter toutes les soumissions de façon équivalente. Nous utiliserons ce test dans notre mémoire pour essayer de détecter la présence de facteurs, comme la collusion, qui affectent les soumissions de façon différente entre les firmes et nous détaillerons son application dans la section 5.3.

**Limites de l'approche structurelle** Cette approche est utile pour vérifier si la plupart des soumissions dans un marché sont conformes ou non avec le modèle d'enchères compétitif spécifié par Bajari et Ye (2003), mais sa limite principale est qu'elle ne peut pas être utilisée pour prouver la présence de collusion dans

un marché. Néanmoins, ces tests sont pertinents pour notre mémoire, car ils permettent de voir si les appels d'offres analysés sont compatibles avec le modèle compétitif de Bajari et Ye (2003). De plus, l'avantage majeur de ces tests est qu'ils permettent de faire une analyse sans avoir d'a priori sur les firmes ayant fait possiblement de la collusion et cela s'adapte bien à l'échantillon que nous avons recueilli. Nous reviendrons sur d'autres limites de ces tests à la section 5.4.

### 2.2.2 La méthode du bris structurel selon l'approche structurelle

La méthode du bris structurel ou l'approche différence en différence est une analyse utilisant des effets fixes par groupe pour tenir compte des effets non observés dans une régression. Tel que rapporté par Angrist et Pischke (2009), cette approche peut être utilisée pour tester la présence d'un changement dans un marché à une date donnée qu'on dénomme bris structurel. Un bris structurel est une déviation par rapport à la tendance initiale dans le comportement d'un groupe de firmes. Pour détecter un bris structurel, nous avons besoin de données avant et après celui-ci et de données sur un marché extérieur au marché traité qu'on utilise comme point de comparaison. Il faut toutefois s'assurer que les marchés aient les mêmes caractéristiques, tout au long de la période de temps analysée, pour supposer qu'en l'absence du bris structurel, les deux marchés évolueraient de façon similaire.

Fondamentalement, l'approche du bris structurel consiste à tester la régression suivante :

$$y = B_0 + B_1 * d_B + \delta_0 * d_2 + \delta_1 * (d_2 * d_B) + u \quad (2)$$

Dans cette régression, on pose  $y$ , les prix dans deux marchés. Aussi, on pose  $d_B$ , une variable dummy prenant une valeur de 1 si les prix sont observés dans notre marché traité et 0, aussi non. De plus, on pose  $d_2$ , une autre variable dummy prenant la valeur de 1 si les prix sont observés après la date de rupture et 0, s'ils sont observés avant cette date. On s'intéresse au coefficient  $\delta_1$  qui représente l'interaction entre  $d_B$  et  $d_2$ , soit l'interaction entre les marchés et la période de temps analysée. Si ce coefficient est significatif, cela nous indique qu'il y a eu un changement structurel non négligeable dans les prix entre les deux marchés à la date indiquée. Cette régression peut être utilisée pour prouver la présence de collusion dans un marché, tel que l'ont fait Clark et Houde (2012) dans « The effect of explicit communication on pricing : Evidence from the collapse of a gasoline cartel ». En effet, en considérant un marché potentiellement collusif et en

le comparant à un marché plus compétitif, nous pouvons détecter économétriquement des différences significatives qui peuvent nous renseigner sur la collusion dans ceux-ci.

**Limites de l’approche du bris structurel** Comme nous l’avons affirmé précédemment pour les tests employés par Bajari et Ye (2003), ce test du bris structurel ne peut prouver à lui seul l’évidence de comportements collusifs et doit être considéré comme un premier pas dans une recherche de la collusion dans un marché. Toutefois, ce test est pertinent pour notre mémoire, car il nous permet de tester s’il y a eu des divergences majeures entre les soumissions à Québec et à Montréal et de quantifier ces divergences. Néanmoins, selon Harrington (2005), la méthode du bris structurel a deux limites supplémentaires qu’il faut prendre en considération lors de son utilisation. Premièrement, la classification des marchés sous deux étiquettes, soit marché compétitif et marché collusif, est hautement subjective et doit être justifiée par l’économètre. Deuxièmement, l’évidence économétrique d’un changement structurel entre deux marchés à une date précise ne peut être concluante que si l’économètre a tenu compte de tout autre facteur que la collusion qui pourrait avoir causé un tel changement. Donc, il faut bien connaître le marché analysé pour s’assurer de ne pas oublier de variables significatives dans nos régressions qui pourraient venir fausser nos conclusions. Nous reviendrons sur notre façon de traiter ces limites dans la section 5.5.

### 2.3 Méthode de dépistage de la collusion selon l’approche comportementale

Selon Harrington (2005), l’approche comportementale implique « d’observer les moyens par lesquels les firmes coordonnent leurs actions ou d’observer le résultat de cette coordination (page 2) ». <sup>9</sup> On peut utiliser cette approche en analysant les moyens de la coordination, eux-mêmes, comme la communication entre les firmes ou en regardant l’impact sur tout aspect d’une industrie modifié par la collusion. Plusieurs chercheurs ont écrit des articles en utilisant l’approche comportementale pour détecter la collusion. (Voir à cet effet, les articles suivants : Porter et Zona (1993), Porter et Zona (1997) et Pesendorfer (2000)) Les tests économétriques utilisés par Porter et Zona (1993) nous semblent les plus pertinents pour analyser le marché de l’asphalte au Québec, selon l’approche comportementale. Nous décrivons brièvement leur approche dans la sous-section suivante.

---

9. Traduction libre d’Harrington Jr. , Joseph E.

### 2.3.1 Tests économétriques de dépistage de la collusion selon l'approche comportementale

Porter et Zona (1993) se sont posé la question suivante dans leur article : « Est-ce que le comportement des firmes suspectées de collusion diffère de celui des firmes compétitives ? (page 6) ». <sup>10</sup> Ils ont créé deux tests pour y répondre. Pour employer leurs tests, les auteurs ont utilisé un modèle semblable à celui de Bajari et Ye (2003) décrit dans la sous-section 2.2.1. De plus, les auteurs ont utilisé comme base de données des appels d'offres pour des contrats publics de construction pour les autoroutes aux États-Unis pour la période qui va de 1979-1985. Ils ont utilisé un échantillon de 116 contrats de construction pour lesquels 66 firmes ont soumissionné au moins une fois. Selon les auteurs, les caractéristiques de ce marché rendaient celui-ci sujet à l'apparition de comportements collusifs de la part des firmes. <sup>11</sup>

En effet, dans ce marché, cinq entreprises de construction avaient été jugées coupables de pratiques collusives par un tribunal américain. Donc, les auteurs classifient les entreprises inculpées comme des firmes se comportant de manière collusive et font l'hypothèse que les autres firmes du marché se sont comportées de manière compétitive. En séparant les firmes de cette façon, les auteurs mettent l'accent sur les différences entre les résultats observables dans les données des comportements collusifs et ceux des comportements compétitifs.

**Test sur le niveau des soumissions** En premier lieu, les auteurs considèrent la détermination du montant soumis lors du processus d'appel d'offres. Ils veulent tester si les montants soumis diffèrent entre les firmes appartenant au cartel et les autres firmes présentes sur le marché. Ils estiment le niveau de soumission des firmes ( $b_{i,t}$ ), en fonction de plusieurs variables explicatives, dont : les commandes inexécutées de la firme au moment de l'enchère, la capacité de la firme, le taux d'utilisation de la capacité d'une firme et des variables de contrôle. Dans la régression suivante, ils estiment le logarithme naturel du niveau de soumission ( $b_{i,t}$ ) des firmes  $i$  sur toutes les variables explicatives regroupées dans le vecteur ( $X_{i,t}$ ). De plus, ils utilisent des effets fixes pour chaque enchère  $t$  pour tenir compte de la structure particulière des données lors de chaque appel d'offres.

---

10. Traduction libre d'Harrington Jr. , Joseph E.

11. Voir à ce sujet les facteurs favorisant l'apparition de la collusion selon Porter et Zona à la section 2.1.1.

$$\log(b_{it}) = \alpha_t + \beta_1 * X_{it} + \epsilon_{it} \quad (3)$$

Ils vont estimer l'équation 3 par la méthode des moindres carrés généralisés pour tenir compte des problèmes d'hétéroscédasticité. Ils estiment cette équation pour trois sous-ensembles, soit : 1) les soumissions de toutes les firmes, 2) les soumissions des firmes compétitives et 3) les soumissions des firmes impliquées dans le cartel. Ensuite, ils procèdent à un test de Chow pour vérifier l'égalité des coefficients estimés pour chacun de ces trois cas entre les firmes compétitives et les firmes collusives. Ils font ces tests dans le but de démontrer qu'il y a une différence significative entre les coefficients des régressions pour les firmes compétitives et ceux des firmes collusives.

Ce test semble pertinent pour notre mémoire, car il nous permet, avec un groupement des firmes en sous-groupes, de tester si on a affaire à des comportements collusifs ou compétitifs. En effet, les variables explicatives pourraient influencer différemment le niveau de la soumission des firmes, si on est une firme avec un comportement compétitif ou collusif.

**Test sur l'ordonnement des soumissions** En deuxième lieu, les auteurs font un test sur l'ordre des soumissions avec les soumissions classées de la plus basse à la plus élevée. Avec un logit multinomial (MNL), les auteurs calculent la vraisemblance que la soumission déposée soit la plus petite de toutes les soumissions reçues. Avec leur méthodologie, les auteurs sont ainsi en mesure de calculer le maximum de vraisemblance pour n'importe quel ordonnancement des soumissions. Le but des auteurs est donc de comparer le processus d'ordonnement des soumissions des firmes collusives avec celui des firmes compétitives. Pour faire cela, les auteurs estiment leur modèle selon 3 sous-ensembles distincts, soit : 1) pour toutes les soumissions, 2) pour les soumissions les plus faibles reçues pour chaque appel d'offres et 3) pour toutes les soumissions d'un appel d'offres, sauf la plus faible. Les auteurs veulent ainsi vérifier par ce test si les soumissions sont générées par des processus différents.

Spécifiquement, l'intuition derrière ce test est la suivante : le membre soumettant la plus basse soumission à l'intérieur d'un cartel ne soumet pas sa soumission selon le même processus que les autres membres de celui-ci. En effet, le plus bas soumissionnaire d'un cartel émet une soumission selon un processus différent des

autres membres du cartel, car il est le seul à émettre une soumission ayant pour but de remporter l'appel d'offres. Cela crée donc deux processus distincts pour émettre une soumission au niveau des firmes appartenant au cartel. Cependant, le plus bas soumissionnaire dans un marché compétitif émet sa soumission selon un processus semblable aux autres membres du marché compétitif. Donc, il y a une différence entre le processus de soumissions des firmes selon qu'on est dans un processus compétitif ou collusif et les auteurs essaient de saisir cette différence avec un test. Ce test tente ainsi de capter si toutes les soumissions sont générées par le même processus, ce qui pourrait être un indice de collusion. Le choix de ce test pour notre mémoire permettrait d'apporter une indice supplémentaire pour identifier des comportements potentiellement collusifs.

**Limites de l'approche comportementale** Selon Harrington (2005), l'approche comportementale, employée notamment dans l'article de Porter et Zona (1993) décrit dans la section précédente, comporte une limite majeure. En effet, il y a un problème d'endogénéité à faire une comparaison entre le comportement des firmes collusives et celles compétitives. La question qu'on est en droit de se poser est pourquoi certaines firmes adoptent un comportement compétitif et d'autres non ? Certaines firmes ont peut-être des caractéristiques intrinsèques qui les rendent susceptibles d'adopter un comportement collusif dans un marché plutôt qu'un comportement compétitif. Donc, la méthodologie employée par Porter et Zona pourrait être employée dans notre mémoire en posant de fortes hypothèses au niveau de la classification des firmes en sous-groupes collusifs ou compétitifs. Poser de telles hypothèses serait arbitraire, et compromettrait nos résultats. Donc, bien que la méthodologie de Porter et Zona (1993) ait eu un apport significatif à la littérature économique, nous ne serons pas en mesure de l'employer dans notre mémoire, à cause de ses limites et des caractéristiques de nos données.

## 3 Description des données

Ce chapitre est divisé de la façon suivante : tout d’abord (1) nous expliquons notre démarche de collecte et de compilation des données, ensuite (2) nous décrivons le processus d’adjudication des contrats dans ce marché, par la suite (3) nous présentons nos principales variables d’intérêt, ensuite (4) nous décrivons nos statistiques descriptives et pour finir (5) nous soulignons les faiblesses de nos données.

### 3.1 Collecte et compilation des données

Pour obtenir des données, nous avons procédé à deux demandes d’accès à l’information, auprès du service du greffe de la Ville de Québec et de celui de la Ville de Montréal. Dans ces demandes, nous avons indiqué que nous voulions les sommaires décisionnels détaillant l’achat d’enrobés bitumineux pour les années 2005 à 2013 . Pour répondre à notre demande, les villes ont produit des tableaux sommaires avec les informations sur tous les appels d’offres dans le secteur de la fourniture des enrobés bitumineux. Nous illustrons à l’Annexe A un exemple de tableau sommaire reçu de la Ville de Québec et à l’Annexe B un exemple pour la Ville de Montréal. De plus, la Ville de Montréal nous a transmis les cahiers d’appels d’offres des firmes, soit le canevas que toutes les firmes doivent remplir lors du dépôt de leurs soumissions. Ces cahiers comprennent de l’information sur les soumissionnaires et sur les projets d’asphaltage et nous ont permis de contrôler plus de facteurs lors de chaque enchère, dont la distance de livraison. Comme nous n’avons pas eu de cahiers d’appels d’offres pour la Ville de Québec, nous avons dû calculer la distance de livraison autrement. Pour ce faire, nous avons fait une demande d’accès à l’information au Ministère des Transports du Québec pour avoir l’adresse de toutes les usines d’enrobés bitumineux à Québec. Cette information nous a permis de calculer la distance entre l’usine de chaque firme et l’arrondissement où celle-ci doit livrer l’asphalte à Québec. Après avoir reçu toute cette information, nous avons dû numériser tous les tableaux envoyés par les villes par la poste. Ensuite, nous avons dû les convertir d’un format PDF à un format Excel, en utilisant un logiciel de transformation des données nommé « WonderShare Pro ».

### 3.2 Processus d'adjudication dans le marché

Avant d'analyser chaque ville séparément, il est important de comprendre le processus d'adjudication des contrats, c'est-à-dire la méthode d'octroi de contrats, dans le secteur des enrobés bitumineux. Ce processus est le même pour la Ville de Québec et de Montréal.<sup>12</sup> Celui-ci nous a été expliqué au téléphone par Me Marc Lebel, chef de division au service du greffe à la Ville de Montréal, et correspondait à la description présente dans les cahiers d'appels d'offres.

Lors du dépôt de leurs budgets au printemps, les arrondissements des villes de Montréal et de Québec font des prévisions quant à leurs besoins en enrobés bitumineux pour les 12 prochains mois. Il faut savoir que les arrondissements ne possèdent pas d'usines pour produire les enrobés bitumineux, mais possèdent la main-d'oeuvre pour les utiliser lors de leurs travaux d'asphaltage. Donc, dans ce secteur, si une firme remporte un appel d'offres, elle doit produire les enrobés bitumineux à son usine et les livrer aux points de réception des arrondissements.

Les firmes sont donc invitées à soumissionner pour plusieurs arrondissements en même temps et les résultats de l'adjudication sont publiés simultanément pour tous les arrondissements. De plus, dans ce secteur, les firmes font leur soumission en 2 parties : le prix unitaire par tonne métrique et la soumission totale.<sup>13</sup> Ces 2 parties sont illustrées à l'Annexe A. En premier lieu, les firmes soumettent un prix unitaire par tonne métrique pour chaque type d'enrobé bitumineux requis. Nous reviendrons sur les types d'enrobés bitumineux commandés dans la sous-section 3.4.2. En deuxième lieu, les firmes déposent une soumission totale qui correspond aux prix unitaires multipliés par les quantités requises pour chaque type d'enrobé et, à ceci, elles additionnent leurs coûts de livraison et les taxes.<sup>14</sup> Une fois que les firmes ont soumis leurs prix unitaires et leurs soumissions totales, le plus bas soumissionnaire dans le marché, dénommé le moins-disant, remporte l'appel d'offres.

---

12. Comme le processus d'adjudication est le même dans les deux Villes, nous posons comme hypothèse que les firmes font face approximativement aux mêmes coûts lorsqu'elles soumissionnent.

13. Les soumissions retranscrites sont toujours en dollars courants.

14. Dans ce mémoire, nous désignerons toujours par prix unitaire, le prix unitaire par tonne métrique et nous appellerons coût total unitaire, la soumission totale des firmes divisée par la quantité.

### 3.3 Variables d'intérêt

Dans notre secteur, les cahiers d'appels d'offres de la Ville de Montréal comportent la plupart des informations pertinentes pour déterminer la soumission d'une firme. Dans ces cahiers, il y avait de l'information sur le prix unitaire et la soumission totale d'une firme, mais aussi la capacité de production de l'usine de la firme par heure et la distance entre la firme et le point de livraison des enrobés bitumineux.<sup>15</sup> Par contre, pour Québec, nous n'avons pas eu accès à ces documents. Nous avons dû calculer la distance nous-mêmes entre la firme et le point de livraison et nous n'avons pas eu accès à la capacité de production des firmes. Nous reviendrons sur l'impact de ce manque de données plus loin à la section 5.4. La distance et la capacité des firmes pour un projet nous semblent importantes pour déterminer la soumission d'une firme. En premier lieu, la capacité ( $CAP_{i,t}$ ) de l'usine de la firme  $i$  au temps  $t$  de fabriquer des enrobés bitumineux est pertinente pour déterminer le montant de sa soumission, car plus une firme a de capacité disponible, plus elle peut offrir de grandes quantités d'enrobés bitumineux à moindre coût. En deuxième lieu, la distance ( $DIST_{i,t}$ ) en kilomètres entre l'usine de la firme  $i$  et le point central de réception est une bonne façon d'approximer le coût de livraison des firmes que nous n'avons pas et est donc appropriée pour déterminer la soumission de la firme. En troisième lieu, nous avons voulu contrôler l'expérience des firmes pour travailler dans un certain arrondissement. Nous l'avons approximé par la proportion des contrats gagnés par une firme  $i$  dans un arrondissement  $x$  ( $CON_{i,x}$ ), lors de l'année précédente. Nous posons comme hypothèse que plus une firme a de l'expérience dans un arrondissement, plus elle pourra être agressive au niveau de ses soumissions et donc, soumissionner plus bas qu'une firme ayant moins d'expérience.

De plus, nous avons assemblé de l'information sur deux autres facteurs pour bien contrôler tous les coûts dans ce marché. Premièrement, le bitume est une des principales matières premières utilisées dans la composition des enrobés bitumineux et les variations dans son prix (BIT) pourraient influencer les soumissions des firmes. Nous avons trouvé le prix de cette matière première sur le registre des prix du bitume du site internet de l'organisme « Bitume Québec ». Les firmes

---

15. Il est à noter qu'en 2010 et en 2011, nous avons calculer nous-mêmes la soumission totale des firmes en nous servant des coûts de livraison et des prix unitaires reliés à chaque arrondissement. Nos calculs ont été corroborés par les montants totaux soumissionnés par firme lors de ces années. De plus par souci de comparabilité, nous avons enlevé les taxes de toutes les soumissions dans notre base de données.

prennent leurs décisions d'investissement dans cette industrie avec les prix bruts du bitume qui sont des données mensuelles pour toute la province. Nous avons établi la moyenne de tous les prix du bitume sur 12 mois pour qu'on puisse le comparer avec le prix des enrobés bitumineux. Deuxièmement, nous avons voulu tenir compte des changements dans la structure de nos 2 marchés et nous avons, pour ce faire, calculé l'indice Herfindhal (HHI) dans nos 2 marchés pour chaque année.<sup>16</sup>

Cet indice calculé avec les parts de marché des firmes sert à mesurer la concentration dans un marché. Par exemple, un indice Herfindahl élevé témoigne d'un marché contrôlé par quelques firmes et nous savons que les marchés plus concentrés sont plus propices à l'écllosion de la collusion que les marchés moins concentrés.

### 3.4 Statistiques descriptives

Notre description des données traite des sous-thèmes suivants : (1) les villes (2) les types d'enrobés bitumineux (3) les firmes dans le marché (4) le prix unitaire et (5) la soumission totale et autres variables .

#### 3.4.1 Villes de Québec et de Montréal

De 2005 à 2009 avant la fusion, la Ville de Québec était divisée en 8 arrondissements, voir la Figure 1.<sup>17</sup> En 2010, il y a eu une fusion municipale des arrondissements réduisant leur nombre à 6, voir la Figure 2. De 2005 à 2013, 19 arrondissements composaient la Ville de Montréal, voir à cet effet la Figure 3, et il n'y a eu aucune fusion pendant cette période.<sup>18</sup>

Pour illustrer l'envergure des marchés d'asphalte, nous avons calculé le total des montants adjugés dans nos deux villes par année, voir à cet effet le tableau 17 de l'Annexe D. Grâce à ce tableau, nous pouvons observer que la Ville de Montréal dispose d'une enveloppe budgétaire pour ces contrats supérieure à celle

---

16. Un indice Herfindhal est calculé en prenant les parts de marché au carré de chaque firme dans un marché pour une année donnée et de les additionner. Par exemple s'il y a deux firmes dans un marché et que chaque firme a une part de marché de 50%, nous calculerons l'indice Herfindhal de la manière suivante :  $HHI = 0,5^2 + 0,5^2 = 0,25$

17. Les figures se retrouvent à la fin du texte à la section 9.

18. Les défusions sur l'île de Montréal ont eu lieu le 20 juin 2004 et ont enlevé 15 arrondissements à la Ville.

de la Ville de Québec, ce qui est logique étant donné que Montréal est une plus grande ville que Québec.

### 3.4.2 Types d'enrobés bitumineux

Des enrobés bitumineux aux caractéristiques différentes sont offerts aux villes pour effectuer leurs travaux d'asphaltage. L'appellation de ces enrobés est standardisée par le Ministère des Transports du Québec, le MTQ, selon leur performance et leur usage. Pour plus de précisions sur l'emploi de chacun des types d'enrobés, voir l'Annexe C. Par exemple, certains types d'enrobés sont plus appropriés par temps froid et d'autres pour des travaux de correction des routes. La Ville de Québec, pour la période analysée, a commandé cinq types d'enrobés différents et la Ville de Montréal, de son côté, a commandé 11 types d'enrobés bitumineux, au cours de la même période. La Ville de Montréal nomme ces types d'enrobés « articles ». <sup>19</sup> Pour simplifier les comparaisons à venir entre les villes, nous illustrerons les moyennes des prix de tous les enrobés commandés dans les 2 villes.

### 3.4.3 Firmes dans le marché

À la Ville de Québec, de 2005 à 2013, il y a eu 60 appels d'offres individuels pour la fourniture d'enrobés bitumineux. Dans notre échantillon, sept firmes ont soumissionné et celles-ci sont numérotées au tableau 18 à l'Annexe D. Le marché des enrobés bitumineux de la ville de Québec est très concentré. En effet selon le tableau 19 de l'Annexe D, les firmes 1, 2 et 6 représentent 83,58 % de toutes les soumissions envoyées pour les appels d'offres, dans cet intervalle de temps. Cumulativement pour la période qui va de 2005 à 2013, ces firmes ont eu les parts de marchés suivantes : la firme 6 (47,48%), la firme 1 (33,87%) et la firme 2 (11,91%). Pour des statistiques plus détaillées sur les revenus de chaque firme, sur leurs participations et leurs soumissions moyennes, voir le tableau 19 à l'Annexe D.

De plus, nous avons calculé l'indice Herfindahl pour la Ville de Québec et nous avons représenté celui-ci conjointement avec celui de la Ville de Montréal à la Figure 4. À l'examen de celui-ci, nous observons qu'il s'agit d'un marché

---

19. Les appels d'offres concernant l'article # 6, soit le type CH-10, pour la Ville de Montréal n'ont pas pu être compilés dans le cadre de ce travail. En effet, celui-ci était commandé directement par la Ville de Montréal et n'était pas réparti par arrondissement comme les autres articles commandés par la ville. Pour cette raison, nous n'avons pu l'inclure dans notre analyse.

très concentré, dont l'indice Herfindhal moyen est de 0,51. De plus, on constate qu'en 2008, tous les appels d'offres ont été remportés par la firme 1, ce qui a eu pour conséquence d'augmenter radicalement la concentration du marché. Pour contrer la trop grande concentration dans ce marché, la Ville de Québec, en 2010, a passé un règlement pour s'assurer qu'une même firme ne puisse pas remporter des appels d'offres dans plus de 3 arrondissements par année. Ainsi après 2010, si une firme a déjà remporté les appels d'offres dans 3 arrondissements et qu'elle est le moins-disant pour un quatrième arrondissement, le contrat sera accordé au deuxième moins-disant dans cet arrondissement. Pour illustrer graphiquement l'impact de cette loi, nous avons calculé l'indice Herfindhal comme si le moins-disant avait toujours remporté l'appel d'offres et l'avons comparé avec celui observé réellement, voir à cet effet la Figure 5. Cet indice nous démontre qu'effectivement cette loi a permis de diminuer les parts de marchés des firmes dominantes et donc, de baisser la concentration dans ce marché. Nous discutons plus en détail des implications théoriques de ce changement dans la structure de marché dans la Ville de Québec à l'Annexe E.

À la Ville de Montréal, pendant la période allant de 2007 à 2013, il y a eu 783 appels d'offres dans notre secteur. Dans cet échantillon, un total de neuf firmes ont soumissionné et celles-ci sont numérotées à l'Annexe D au tableau 20 . En observant les données, nous avons constaté que le marché pour la fourniture des enrobés bitumineux dans la Ville de Montréal est moins concentré que celui de la Ville de Québec. En effet, selon le tableau 21 à l'Annexe D, les 3 principales firmes représentent 79,18

De plus, nous avons calculé l'indice Herfindhal à Montréal et nous l'avons représenté à la Figure 4. Avec un indice Herfindhal moyen de 0,38 à Montréal, nous observons que le marché montréalais est moins concentré que celui de Québec et qu'à partir de 2009, la concentration dans le marché de Montréal diminue drastiquement, sauf en 2011.

#### **3.4.4 Prix unitaire**

Pour commencer, nous avons produit quelques statistiques descriptives pour les prix unitaires dans les 2 villes que nous avons représentées dans le tableau 1 à la page suivante.

Tout d'abord, sur la période d'analyse, le prix moyen d'un enrobé bitumineux

TABLEAU 1 – Statistiques descriptives pour le prix unitaire dans nos 2 villes

Marché de Québec					
	Nombre d'observations	Moyenne	Écart-type	Min	Max
Prix d'un enrobé bitumineux	207	57,66	11,75 \$	38,10 \$	85 \$
Différence prix Max - prix Min	207	5,69 \$	2,82 \$	1 \$	13 \$
Différence plus bas prix et 2ème plus bas prix	136	2,20 \$	1,02 \$	1 \$	5 \$
Différence normalisée	136	4,16%	0,02 %	1,41%	10,20%
Marché de Montréal					
	Nombre d'observations	Moyenne	Écart-type	Min	Max
Prix d'un enrobé bitumineux	2591	70,21 \$	10,31\$	51,00 \$	105 \$
Différence prix Max - prix Min	2591	7,60 \$	6,83\$	0 \$	35 \$
Différence plus bas prix et 2ème plus bas prix	1534	2,99 \$	2,51 \$	1 \$	20 \$
Différence normalisée	1534	4,56%	0,04 %	1,05%	23,53%

à Montréal a été plus dispendieux de 12,55\$, en moyenne, qu'à Québec. Ensuite, nous avons examiné la différence entre le prix le plus élevé et le plus faible reçu pour un même appel d'offres. En moyenne, cette différence a été de 5,69 \$ à Québec et de 7,60 \$ à Montréal. Aussi, nous avons regardé la différence entre le plus bas prix et le deuxième plus bas prix reçu pour un appel d'offres (money on the table). La différence moyenne entre ces deux prix est très faible et s'établit à 2,20 \$ à Québec et à 2,99 \$ à Montréal. Ceci démontre que les soumissionnaires tendent à miser des montants plus rapprochés à Québec qu'à Montréal pour l'obtention des contrats dans nos deux marchés et cela pourrait être un indice d'un marché plus compétitif dans la Ville de Québec.

Par la suite, nous avons analysé graphiquement la moyenne des prix unitaires par tonne métrique soumis par chacune des firmes selon les types d'enrobés bitumineux lors des appels d'offres. Premièrement, nous avons illustré graphiquement l'évolution de ce prix unitaire moyen pour la Ville de Québec avec la Figure 6. À la lecture de ce graphique, on observe que la firme 1 soumissionne en moyenne des prix plus bas que toutes les autres firmes dans ce marché. Ce résultat nous semble intuitif, car c'est la firme 1 qui a remporté le plus d'appels d'offres dans ce marché. De plus, nous avons aussi représenté graphiquement la moyenne des soumissions de toutes les firmes par année avec le coût du bitume dans la Figure 7. Nous voyons, dans ce graphique, que les fluctuations du coût du bitume et de celui des enrobés bitumineux sont assez corrélées. De plus, en ce qui concerne le prix moyen des enrobés, hormis une hausse en 2009 et un creux en 2010, les prix suivent une hausse constante dans ce marché à travers les années.

Deuxièmement, nous avons illustré l'évolution de ce prix unitaire moyen pour la Ville de Montréal selon les années à la Figure 8. À l'examen de ce graphique, on observe, en 2009, des prix très centrés et plus élevés de 30% que l'année précédente et suivante.<sup>20</sup> Après 2009, la dispersion au niveau des prix augmente significativement et les prix retombent près de leur niveau initial. Somme toute, à l'exception de l'année 2009, les prix semblent assez stables dans ce marché. De surcroît, la Figure 9 présente le prix moyen des enrobés et du bitume à Montréal entre 2005 et 2013. Dans ce marché, nous voyons, aussi, que le coût du bitume et celui des enrobés bitumineux sont assez corrélés. Somme toute, sauf pendant l'année 2009, les prix semblent osciller autour d'une moyenne fixe dans ce marché.

### 3.4.5 Soumission totale et autres variables

Dans cette section du texte, les tableaux 2 et 3 présentent les statistiques descriptives pour les soumissions totales des firmes dans nos 2 villes.

Selon le tableau 2, à Québec, la soumission moyenne d'une firme pour un appel d'offres est de 308 731 \$ et la soumission maximale observée est de 866 666 \$. Ces chiffres nous démontrent que le montant des soumissions à Québec est beau-

---

20. De plus, si on regarde individuellement chaque prix soumis par les firmes par appel d'offres, on observe que Simard-Beaudry-Louisbourg inc. et Usine d'asphalte Montréal-Nord inc., en 2009, ont soumissionné exactement le même prix unitaire pour la plupart des types d'enrobés. C'est un comportement d'autant plus singulier que ces deux firmes étaient détenues en 2009 par le même propriétaire, Tony Accurso.

TABLEAU 2 – Statistiques descriptives pour la soumission totale dans le marché de Québec

Marché de Québec					
	Nombre d'observations	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
Soumission gagnante	61	308 731,70 \$	170 412,70 \$	67 862 \$	886 666 \$
« Money on the table »	148	10 949,60 \$	10 113,44 \$	517 \$	49 678 \$
« Money on the table » normalisé	148	3,83 %	3,11 %	0,14%	15,00 %
Nombre de soum. Par appel d'offres	210	3,60	0,74	2	5
Distance du soum. gagnant	60	24,11 km	15,61 km	4,40 km	80,40 km
Distance du 2ème soum.	60	27,93 km	19,46 km	8,60 km	80,40 km
Capacité du soum. Gagnant	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Capacité du 2ième soum.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

coup plus élevé en moyenne qu'à Montréal. En effet, le tableau 3 indique qu'à Montréal, la soumission moyenne d'une firme est de 30 650,21 \$ et la soumission maximale observée est de 1 318 400 \$. Il est important de préciser que, dans le marché de Québec, la soumission totale de la firme comprend tous les types d'enrobés, tandis qu'à Montréal, chaque soumission n'est que pour un seul enrobé. Ceci explique qu'il y ait beaucoup moins d'enchères à Québec qu'à Montréal, car chaque enchère à Québec porte sur de plus grandes quantités d'asphalte. Il est donc très difficile de comparer les soumissions entre elles, car les quantités diffèrent énormément selon les villes. Deuxièmement, nous nous sommes intéressés à la différence de prix entre les 2 plus faibles soumissionnaires lors d'un appel d'offres. Celle-ci se chiffre à 10 949,60 \$ dans la Ville de Québec et à 1 210,28 \$ dans la Ville de Montréal. Cela équivaut à une différence, entre les 2 soumissions les plus faibles de l'ordre de 3,83 % à Québec et de 4,56 % à Montréal. Donc, comme pour les prix unitaires, nous voyons que les firmes soumissionnent

TABLEAU 3 – Statistiques descriptives pour la soumission totale dans le marché de Montréal

Marché de Montréal					
	Nombre d'observations	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
Soumission gagnante	646	30 650,21 \$	78 608,20 \$	495 \$	1 318 400 \$
« Money on the table »	1517	1 210,28 \$	2 935,26 \$	1 \$	28 435 \$
« Money on the table » normalisé	1517	4,56 %	0,04 %	0,01%	31,82%
Nombre de soum. Par appel d'offres	2591	3,99	1,19	1	7
Distance du soum. gagnant	1155	20,69 km	15,89 km	0,60 km	69 km
Distance du 2ème soum.	600	20,27 km	12,57 km	0,60 km	54 km
Capacité du soum. Gagnant	1128	252,10 t.	121,36 t.	120 t.	450 t.
Capacité du 2ième soum.	572	247,35 t.	128,43 t.	120 t.	450 t.

des montants légèrement plus rapprochés pour l'obtention des contrats à Québec qu'à Montréal. Ceci constitue une autre observation indiquant un marché moins compétitif à Montréal qu'à Québec. Par la suite, nous nous sommes aussi intéressés à la moyenne du nombre de soumissionnaires par appel d'offres en moyenne dans nos 2 marchés. Nous pouvons observer des chiffres assez similaires dans nos deux marchés, soit 3,60 à Québec et 3,99 à Montréal. À Québec, il y a toujours au minimum 2 soumissionnaires, mais rarement plus que 4, ce qui explique l'écart-type plus faible pour le nombre de soumissionnaires dans cette ville. Toutefois, à Montréal, parfois, il y a un seul soumissionnaire pour un contrat, mais il n'est pas rare d'observer 6 firmes soumissionner pour un contrat, ce qui explique le plus grand écart-type de cette mesure.

Au niveau de la distance, nous observons une distance moyenne pour le soumissionnaire gagnant de 24,11 km à Québec et 20,69 km à Montréal. Ceci nous

indique que les firmes à Québec soumissionnent pour des contrats plus éloignés en moyenne qu'à Montréal et donc, on devrait s'attendre à avoir des coûts de livraison plus élevés dans cette ville. Par la suite, nous nous sommes intéressés aux distances de livraison moyennes du deuxième plus bas soumissionnaire pour chaque enchère. Nous observons des différences de distance entre le deuxième plus bas soumissionnaire et le plus bas soumissionnaire de 3,82 km à Québec et de -0,42 km à Montréal. Donc, à Québec, les moins disants ont en moyenne une distance de livraison moins élevée que les deuxièmes plus bas soumissionnaires, ce qui est logique. À Montréal, les deuxièmes plus bas soumissionnaires ont en moyenne une distance plus faible que les moins disants, ce qui nous apparaît inattendu. Nous posons, donc, comme hypothèse pour expliquer cette observation que les coûts de livraison ne sont pas aussi importants que cela à Montréal dans le total de la soumission et donc que ce n'est pas forcément le soumissionnaire le plus rapproché qui l'emporte. Enfin concernant la capacité des soumissionnaires à produire par heure des enrobés bitumineux, ces données ne sont pas disponibles pour la Ville de Québec. À Montréal, le tableau 3 montre que les 2 premiers soumissionnaires ont des capacités semblables, soit 252,10 tonnes par heure pour le moins disant et 247,35 tonnes par heure pour le deuxième plus bas soumissionnaire. Ce résultat illustre que la capacité ne semble pas être un critère discriminatif lors de l'obtention d'un contrat.

Ensuite, nous avons voulu analyser graphiquement le coût total unitaire moyen de l'asphalte dans les 2 villes. Afin de déterminer ce coût, nous avons utilisé la formule suivante : « Coût total unitaire = Soumission totale / Quantité ». Cette formule nous permet d'avoir une mesure des autres coûts qui influencent les soumissions des firmes.<sup>21</sup> Donc, nous avons voulu illustrer graphiquement le coût total unitaire moyen (SOUM/QTEE) dans nos 2 villes et l'avons fait avec le prix unitaire moyen à des fins de comparaison. Pour ce faire, nous avons créé la Figure 10 et la Figure 11 qui représentent les coûts totaux moyens dans les 2 villes et les prix unitaires moyens. Nous observons donc, dans ces graphiques, que les autres coûts sont beaucoup plus importants à Montréal qu'à Québec. En effet, dans les figures 10 et 11, à Québec, ces coûts majorient les prix unitaires moyens de 3,21 \$ tandis qu'à Montréal, ils les majorient de 9,34 \$. De plus, la différence entre le coût total unitaire moyen et le prix unitaire moyen semble assez constante à

21. Ces coûts comprennent les coûts de livraison et les taxes. Nous réutiliserons cette mesure de coût total unitaire pour faire nos tests en 5.2 et 5.3 et nous la nommerons toujours SOUM/QTEE pour éviter toutes confusions avec les autres coûts.

Québec pendant la période, tandis qu'il y a beaucoup plus de variations dans cette différence dans le marché de Montréal.

### **3.5 Faiblesse des données**

Il nous manque des données pour nos deux villes. Premièrement, pour la ville de Montréal, il nous manque la capacité de production de tonne d'asphalte par heure de la firme 5, les données sur l'article 6 et les soumissions totales de 2005 et 2006. Deuxièmement, pour la ville de Québec, il nous manque les données sur la capacité des firmes et des données sur le processus d'appel d'offres dans l'arrondissement Beauport en 2005, dans l'arrondissement Limoilou en 2006 et 2007 et dans l'arrondissement La Cité en 2008. Aussi, comme nous n'avons pas la capacité de production pour la Ville de Québec, cela enlève un contrôle important pour analyser le comportement des firmes. Nous rediscuterons de ce manque spécifique dans la section 5.4. Somme toute, ces quelques données manquantes ne devraient pas venir altérer la tendance moyenne observée dans nos marchés, mais il faut être conscient de leur absence dans notre échantillon.

## 4 Modèle

Ce chapitre est divisé de la façon suivante : tout d'abord (1) nous définissons les caractéristiques de notre modèle d'enchères, ensuite (2) nous expliquons les conditions d'un marché compétitif.

### 4.1 Caractéristiques du modèle d'enchères

Comme notre marché de Montréal correspond de façon générale aux caractéristiques des marchés collusifs telles que discutés par Porter et Zona (1993), nous pensons qu'il est un bon candidat pour des pratiques collusives. Donc, nous allons tester la présence de collusion en regardant si le comportement des firmes dans celui-ci et dans le marché de Québec dévie d'un modèle compétitif tel que défini par Bajari et Ye (2003).

Avant de définir ce modèle, nous allons, tout d'abord, expliquer clairement le cadre conceptuel du processus d'enchères dans nos marchés. Dans celui-ci,  $N$  firmes soumissionnent pour plusieurs contrats publics lors d'un appel d'offres. Les firmes connaissent leurs propres coûts ( $c_i$ ), mais pas celui des autres firmes ( $c_{-i}$ ). Ces coûts ( $c_i$ ) proviennent d'une fonction de distribution cumulative des coûts dénommée,  $F_i(\cdot)$ , et d'une fonction de densité dénommée,  $f_i(\cdot)$ . Les firmes connaissent leurs propres fonctions de distribution et l'ensemble des compétiteurs dans le marché. Un lot ne peut être gagné que par une seule firme et l'adjudicateur gagnant est déterminé par une enchère de premier prix : c'est-à-dire le moins-disant remporte l'enchère et est payé le prix soumis lors de celle-ci.

Dans ce modèle, la soumission ( $b_i$ ) d'une firme  $i$  dépend de  $B_{-i}$ , la fonction de stratégie des autres firmes dans le marché, et de ses coûts ( $c_i$ ). Ainsi, nous pouvons écrire les profits espérés d'une firme, de la façon suivante :

$$\pi_i(b_i, c_i, B_{-i}) = (b_i - c_i) * Q_i(b_i) \quad (4)$$

$$Q_i(b_i) = \prod_{(j \neq i)} (1 - F_j(\phi_j(b_i))) \quad (5)$$

Dans l'équation 4, nous observons que les profits d'une firme sont fonction de sa probabilité de remporter un contrat ( $Q_i(b_i)$ ), de ses coûts ( $c_i$ ), et de sa soumission ( $b_i$ ). Dans l'équation 5, la probabilité de la firme  $i$  de remporter un contrat public ( $Q_i(b_i)$ ), lors d'un appel d'offres, est fonction du produit de toutes

les fonctions de soumissions des autres firmes,  $(1-F_j(\phi_j(b_i)))$ .

Dans notre modèle, pour répondre à l'appel d'offres, les firmes peuvent adopter des comportements compétitifs ou collusifs. Celles adoptant des pratiques compétitives soumettent leurs offres pour les appels d'offres en fonction de leurs coûts et n'échangent aucune information entre elles. Cependant, les firmes choisissant des pratiques collusives se rencontrent avant de soumissionner, comparent leurs coûts et seule la firme avec les plus bas coûts dépose une véritable soumission. Les autres firmes collusives vont faire des soumissions fantômes, c'est-à-dire de fausses soumissions trop élevées pour remporter l'appel d'offres. Elles les déposent pour donner une apparence de compétition à l'appel d'offres. Bajari et Ye (2003) mentionnent que la collusion peut être soutenable dans le temps, à travers un jeu répété, si les firmes collusives peuvent se verser des compensations financières entre elles. Pour être capable d'identifier de telles pratiques, il faut poser les conditions caractérisant un équilibre compétitif pour voir si notre marché les respecte. Nous posons les conditions de cet équilibre en 4.2 et nous posons des tests pour vérifier leur respect en 5.2 et 5.3.

## 4.2 Conditions d'un équilibre compétitif

Pour identifier les conditions caractérisant un marché comme compétitif, nous nous référons aux conditions identifiées par Bajari et Ye (2003). En effet, en utilisant les théorèmes de Lebrun et de Riley et Maskin, ces auteurs ont démontré que les 5 conditions suivantes tiennent dans un marché compétitif.<sup>22</sup> Lorsque ces conditions tiennent, nous dirons que nous nous retrouvons dans un équilibre compétitif, sinon, il s'agit d'un équilibre collusif. Nous citerons, tout d'abord, celles-ci et nous présenterons, dans les sections 5.2 et 5.3, des tests pour nous assurer de leur respect.

1. Nous posons  $z_i$ , un vecteur de toutes les variables affectant le niveau de la soumission de la firme  $i$ , et  $\theta$ , un vecteur de paramètres. Avec ces vecteurs, on peut écrire la fonction de distribution cumulative des coûts des firmes de la façon suivante :  $F(c_i|z_i, \theta)$ . Notre première condition est que conditionnellement sur  $z_i$ , les soumissions des firmes doivent être indépendamment distribuées. Donc,

---

22. Selon deux hypothèses élémentaires, Lebrun (1999) et Maskin et Riley (2000a) démontrent avec trois théorèmes qu'un ensemble de fonctions de soumissions en équilibre existe et que ces fonctions sont strictement croissantes et différentiables, voir l'Annexe F pour plus de détails sur ces théorèmes.

chaque signal de prix envoyé par les firmes, lors de sa soumission, est indépendant des autres soumissions.

2. Notre deuxième condition est que les fonctions cumulatives de distribution des soumissions des firmes,  $G_i(b; z)$ , doivent être identiques pour toutes les firmes  $i$ . Le respect des conditions 1 et 2 s'appelle l'indépendance conditionnelle et celui-ci doit tenir en équilibre compétitif. Par contre, il ne tiendrait pas en équilibre collusif. Nous chercherons à vérifier le respect de celui-ci avec le test d'indépendance conditionnelle que nous mentionnerons dans la section 5.2.

3. Notre troisième condition est que la distribution des soumissions à l'équilibre soit interchangeable. Par exemple, posons la variable  $\pi$  qui représente une permutation des éléments affectant la fonction de soumission de chaque firme, alors la définition de l'interchangeabilité est, que pour toute permutation  $\pi$ , l'égalité suivante doit tenir :

$$G_i(b; z_1, z_2, z_3, \dots, z_N) = G_{\pi(i)}(b; z_{\pi(1)}, z_{\pi(2)}, z_{\pi(3)}, \dots, z_{\pi(N)}) \quad (6)$$

Donc, cette égalité implique que si la distribution des coûts pour les soumissionnaires est permutée par la variable  $\pi$ , alors la distribution des soumissions est aussi permutée par celle-ci. Ainsi, si on alterne les facteurs observables ( $z_i$ ) pour une firme  $i$ , le niveau de soumission de cette firme devrait être affecté de façon symétrique. Cette condition doit tenir en équilibre compétitif, car notre équilibre requiert des fonctions de soumission symétriques. Nous chercherons à tester cette condition avec le test d'interchangeabilité que nous mentionnerons dans la section 5.3.

4. La quatrième condition implique qu'à l'équilibre, les fonctions de coûts des firmes sont strictement monotones, c'est-à-dire que le sens de variation de la fonction ne change pas. Les auteurs prouvent que la monotonie tient toujours en équilibre compétitif. Nous ne testerons pas le respect de cette condition dans le cadre de ce mémoire.

5. Pour finir, notre condition 5 implique que notre fonction de soumission des firmes doit être bornée au niveau de ses coûts pour garantir le respect de l'équilibre compétitif. Nous ne testerons pas le respect de cette condition dans le cadre de ce mémoire.

Selon Bajari et Ye (2003), les conditions 1 à 5 sont non seulement nécessaires pour garantir l'existence de l'équilibre compétitif, mais aussi suffisantes. La preuve mathématique de ce postulat est démontrée dans l'appendice de Bajari et Ye (2003). Donc, si une de ces conditions ne tient pas, nous ne pouvons pas caractériser notre équilibre de compétitif et cela indique qu'il pourrait y avoir de la collusion entre les soumissionnaires.<sup>23</sup>

---

23. Ces conditions sont des postulats théoriques développés à l'aide d'observations empiriques de la part des auteurs, cependant, ils ne constituent pas une preuve juridique de collusion. Il pourrait exister un cartel sophistiqué capable de respecter toutes ces conditions, mais les auteurs prennent bien la peine de mentionner qu'aucun des cartels qu'ils ont étudié ne respectaient celles-ci. Donc, ces conditions ne sont pas infaillibles, mais vérifier leur respect est un excellent début pour tester la présence de collusion dans un marché.

## 5 Méthodologie

Ce chapitre est divisé de la façon suivante : (1) nous définissons notre fonction de soumission des firmes, ensuite (2) nous expliquons notre test d'indépendance conditionnelle, par la suite (3) nous décrivons notre test d'interchangéabilité et finalement (4) nous expliquons notre approche différence en différence.

### 5.1 Fonction de soumission sous la forme réduite

Pour détecter des déviations de notre équilibre compétitif posé en 4.2, nous effectuerons les tests d'indépendance conditionnelle et d'interchangéabilité. Pour effectuer ceux-ci, nous utilisons une fonction de soumission, sous la forme réduite, qui établit la relation entre les soumissions des firmes et les variables explicatives. Comme nous ne pouvons pas contrôler tous les facteurs influençant les soumissions ( $z_i$ ), nous avons sélectionné les facteurs suivants qui influencent les coûts des firmes :

$$\text{coût}_{i,m,t,x} = fct(\text{PRIX}_{m,i,t}, \text{QTEE}_{t,x}, \text{CAP}_i, \text{DIST}_i, \text{CON}_{i,x}, w_i, \delta_t, \epsilon_i) \quad (7)$$

Dans notre fonction de soumission, il y a le prix unitaire soumis par la firme  $i$ , pour un type d'enrobé  $m$  dans un appel d'offres  $t$  ( $\text{PRIX}_{m,i,t}$ ), la quantité demandée par un arrondissement  $x$  lors d'un appel d'offres  $t$  ( $\text{QTEE}_{t,x}$ ), la capacité de la firme  $i$  de fabriquer des enrobés bitumineux ( $\text{CAP}_i$ ), la distance en kilomètres entre l'usine de la firme  $i$  et le point central de réception ( $\text{DIST}_i$ ) et l'expérience de la firme ( $\text{CON}_{i,t}$ ). Ces variables ont été décrites préalablement dans les sections 3.2 et 3.3, donc nous ne reviendrons pas sur leur description. De plus, nous ajoutons, ainsi que Bajari et Ye (2003) l'ont fait, un effet  $w_i$  qui représente des chocs de productivité sur les firmes. Nous contrôlerons ce choc lié aux entreprises en incorporant des effets fixes sur les plus grandes firmes d'un marché, suivant en cela Bajari et Ye (2003).<sup>24</sup>

Aussi, nous avons ajouté un effet  $\delta_t$  lié aux enchères. Comme chaque processus d'appel d'offres pour l'asphalte est différent, nous ajouterons, tout comme Bajari

---

24. Bajari et Ye (2003) emploient des effets fixes liés aux plus grandes firmes, car ils posent l'hypothèse que les plus petites firmes ont un choc de productivité identique. Par cette façon de modéliser les effets fixes pour les firmes, ils supposent une structure de coûts chez les petites entreprises qui les feraient réagir de façon identique aux chocs, ce qui n'est pas une hypothèse irréaliste dans ce marché.

et Ye (2003) l'ont fait, un effet fixe par rapport aux enchères pour tenir compte de cette source d'hétérogénéité. Finalement, le facteur  $\epsilon_i$  est un choc idiosyncrasique qui reflète l'information privée qu'elle a sur ses coûts. Nous avons créé un tableau récapitulatif de nos principales variables dans notre fonction de soumission et l'avons mis au tableau 22 de l'Annexe D.

Avec les variables de l'équation 7, nous allons construire notre fonction de soumission, sous la forme réduite.

$$\begin{aligned}
 SOUM_{i,t}/QTEE_{t,x} &= \beta_0 + \beta_1 * PRIX_{m,i,t} + \beta_2 * CAP_i + \beta_3 * DIST_i \\
 &+ \beta_4 * CON_{i,x} + \epsilon_{i,t,m,x}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Dans l'équation 8, nous avons utilisé comme variable dépendante le coût total unitaire, tel que présenté au chapitre 3 (section 3.4.5). Cela nous permet d'analyser l'effet de nos coûts sur chaque tonne d'enrobés bitumineux et de nous départir de l'effet de la variable quantité qui ne nous apprend rien sur les pratiques compétitives des firmes. De plus, cela nous permet de contrer le problème d'hétéroscédasticité. Pour estimer cette équation, nous utilisons des effets fixes par appel d'offres et par firme conformément au modèle de Bajari et Ye (2003), car chaque appel d'offres individuel et l'identité des firmes ont un effet sur le niveau de nos soumissions.<sup>25</sup> Comme nos effets fixes sont corrélés avec nos soumissions, leur emploi dans notre fonction de soumission est justifié. Nous estimons cette équation par moindres carrés ordinaires. Nous nous servons de l'équation 8 lors de nos 2 tests présentés dans les sections 5.2 et 5.3 pour vérifier si l'équilibre présent dans notre marché est compétitif ou collusif. Nous présenterons les résultats de la régression de cette fonction de soumission dans la section 6.1.

## 5.2 Test d'indépendance conditionnelle

Le test d'indépendance conditionnelle nous permet de vérifier l'hypothèse que les soumissions des firmes sont indépendantes les unes des autres. Ce test est utilisé par Bajari et Ye (2003) et Jakobsson (2007) et il consiste à vérifier s'il

---

25. Nous avons présenté en 2.3 deux autres variables pertinentes pour comprendre nos marchés, soit le prix du bitume (BIT) et l'indice Herfindhal de nos marchés (HHI). Nous ne pouvons pas rajouter ces variables dans notre fonction de soumission, car avec l'emploi des effets fixes par enchère, le prix du bitume et l'indice Herfindhal sont les mêmes pour chaque enchère, ce qui amène de la collinéarité.

n'y a pas de facteur non observable et commun entre les paires de firmes qui influencent leur niveau de soumission. Comme nous l'avons précisé précédemment, si les firmes collusives décident de leurs soumissions ensemble, celles-ci seront forcément corrélées entre elles. Pour vérifier la présence de ces facteurs non observables dans notre échantillon, nous allons calculer les résidus de l'équation 8 par paire de firmes en compétition lors d'un appel d'offres. Nous allons tester si les résidus de chaque firme sont corrélés avec ceux de toutes les autres firmes, et ce, pour chaque firme. Donc, nous contrôlons pour la présence de ce facteur corrélé non observable pour toutes les paires de firmes.

Si on pose que le coefficient de corrélation entre  $\epsilon_{i,t,m,x}$  et  $\epsilon_{j,t,m,x}$  est  $\sigma_{i,j}$ , alors notre test d'indépendance conditionnelle correspond à tester l'hypothèse nulle suivante :

$$H_0 : \sigma_{i,j} = 0 \quad (9)$$

Nous testons cette hypothèse nulle avec deux statistiques de test, soit : celle de Fisher normalisée pour chacune des paires de firmes et le coefficient de corrélation de Spearman. Le test de Fisher normalisé est celui employé par Bajari et Ye (2003) et prend une statistique qui suit la loi Fisher. Le coefficient de corrélation de Spearman est employé par Jakobsson (2007) et diffère du test de Fisher, car au lieu de considérer le niveau des résidus, il considère leur rang.

Dans l'emploi de ces deux tests, nous devons normaliser notre statistique selon la loi normale en tenant compte de la taille de notre échantillon. Avec ces modifications, notre statistique employée sera :

$$Z = \frac{1}{2} \log\left(\frac{1+r}{1-r}\right) \quad (10)$$

où  $r$  est égal au coefficient de corrélation calculé pour chacune des paires de firmes.

L'hypothèse nulle spécifiée à l'équation 9 est rejetée si la statistique du test est plus grande que la valeur critique de la loi normale. Nous ferons ce test avant le bris structurel de 2010 et après ce bris dans nos deux marchés pour comparer le respect de cette condition de compétitivité entre ces deux moments. Nous présenterons les résultats de ce test dans la section 6.2.

### 5.3 Test d'interchangeabilité

Le test d'interchangeabilité consiste à vérifier si les variables explicatives identifiées à la section 5.1 contribuent de façon équivalente à la fonction de soumission pour chacune des firmes. Nous voulons voir si une permutation de l'information disponible publiquement affecte le niveau des firmes de façon symétrique. On va se servir de l'équation 8 pour tester si la distribution empirique des soumissions est interchangeable avec un F-test. Notre statistique de test sera la suivante :

$$F = \frac{\frac{SSR_c - SSR_u}{n}}{\frac{SSR_u}{T-m}} \quad (11)$$

Dans l'équation 11,  $SSR_c$  et  $SSR_u$  représentent les sommes des erreurs au carré du modèle contraint et du modèle non contraint,  $T$ , le nombre d'observations et  $n$ , le nombre de contraintes imposées sur  $H_0$ . Avec cette statistique, tester l'interchangeabilité revient à tester l'hypothèse nulle suivante dans notre équation 8 :

$$H_0 : \beta_{ik} = \beta_{jk} \text{ pour tout } i, j, i \neq j \text{ et pour tout } k = 1, \dots, 6 \quad (12)$$

Avec l'hypothèse 12, nous testons si nos coefficients  $\beta$  sont les mêmes entre les firmes, selon nos  $k$  variables explicatives, ce qui implique des fonctions de soumissions équivalentes. L'hypothèse nulle spécifiée à l'équation 12 est rejetée si la statistique de notre F-test est plus grande que la valeur critique du test de Fisher. Le cas échéant, cela veut dire que les fonctions de soumission des firmes ne sont pas interchangeables et que celles-ci dévient de notre équilibre compétitif. Cet écart de nos conditions d'équilibre compétitif est une piste pour la présence de collusion dans nos marchés. Nous ferons ce test avant le bris structurel de 2010 et après le bris dans nos deux marchés. Nous présenterons les résultats de ce test dans la section 6.3.

### 5.4 Limite des tests

Malgré l'attrait des deux tests présentés dans les sections 5.2 et 5.3, Bajari et Ye (2003) nous informent qu'il y a trois limites à garder en tête lors de leur emploi. Premièrement, les résultats de ces tests dépendent de la forme réduite imposée dans la fonction de soumission. Nous avons essayé plusieurs façons de modéliser la relation entre les variables de notre modèle et le modèle décrit en 5.1 était celui qui représentait le mieux cette relation. Toutefois à cause du faible nombre d'enchères que nous avons recueilli, notamment pour la Ville de Québec,

nous ne pouvons jamais être totalement certains que nos résultats ne seront pas biaisés par le choix de notre fonction de soumission. Deuxièmement, si nous avons omis des variables explicatives dans notre régression, nos résultats seront biaisés. En effet, nous voudrions tenir compte du vecteur  $z_i$  qui représente tous les facteurs influençant la soumission des firmes. Toutefois, nous devons nous contenter des données que nous avons pu recueillir. Comme nous le disions à la section 3.5, nous n'avons pu tenir compte de la capacité de production des firmes à la Ville de Québec et cela pourrait venir créer une divergence dans notre fonction de soumission comparativement à celle de Montréal. Toutefois, si nous obtenons des  $R^2$  élevés, nous estimons être en mesure de tenir compte de la grande majorité des facteurs influençant le niveau de soumissions des firmes. Troisièmement, les auteurs nous mettent en garde contre la possibilité qu'un cartel sophistiqué réussisse à s'organiser pour satisfaire les conditions d'indépendance conditionnelle et d'interchangéabilité. Toutefois, les auteurs prennent bien la peine de mentionner que tous les cartels étudiés au niveau empirique ne satisfaisaient pas ces conditions. Donc, les probabilités qu'il y ait un cartel à Montréal et qu'il satisfasse ces conditions sont plutôt minimales.

## 5.5 Approche différence en différence

Après avoir fait les tests selon l'approche de Bajari et Ye (2003), nous voulons quantifier la différence observée entre nos deux marchés et, pour ce faire, nous ferons une approche différence en différence. L'approche différence en différence revient à analyser les soumissions des firmes dans nos 2 marchés. Pour ce faire, nous posons comme hypothèse que le marché de Montréal est moins compétitif que celui de Québec avant 2010.<sup>26</sup> De plus, suite à notre analyse graphique au chapitre 3 (section 3.4.5), nous posons l'hypothèse qu'il y a eu un bris structurel en 2010 qui a ramené Montréal vers un équilibre plus compétitif. Un bris structurel est une annonce dans un marché qui vient changer les caractéristiques de celui-ci à une date bien précise. Une annonce très importante a eu lieu en octobre 2009, soit le début de l'enquête Marteau. En effet, il s'agit de la première enquête policière pour débusquer la collusion dans la province et l'annonce du déclenchement de celle-ci a augmenté la probabilité, pour les firmes collusives, de se faire prendre. Comme les contrats dans nos deux marchés ne sont négociés qu'une fois par an au printemps, nous établissons notre bris structurel en 2010.

---

26. Nos résultats en 6.2 viennent renforcer le fait que Québec est plus compétitif que Montréal. Cela répond à une des limites de ce test, soit l'identification d'un marché plus compétitif qu'un autre et justifie notre approche différence en différence.

Somme toute, nous comparons deux marchés, ayant une tendance similaire au niveau des soumissions et nous cherchons à tester si le bris structurel a provoqué un changement dans la dynamique de soumission dans l'un des deux marchés. Si, après l'annonce, la dynamique de soumissions est altérée dans un marché, nous pouvons dire que celle-ci est venu changer les soumissions dans ce marché. Nous nommons Interaction la variable combinant l'effet du marché et du bris structurel sur le niveau des soumissions. Nous mettrons en oeuvre cette approche sur deux variables, soit sur le prix par tonne métrique ( $PRIXTM_{i,t}$ ) et sur le coût total unitaire ( $SOUM_{i,t} / QTEE_{t,x}$ ). De plus, nous testerons toutes les soumissions des firmes par enchère et aussi pour la soumission gagnante pour chaque enchère. Ces deux équations sont représentées plus bas, voir le tableau 22 de l'Annexe D pour la définition des variables employées dans celles-ci.

Avec le prix par tonne métrique ( $PRIXTM_{i,t}$ ), nous effectuerons notre approche différence en différence avec l'équation suivante :

$$PRIXTM_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Marteau} + \beta_2 * \text{Montréal} + \beta_3 * \text{Interaction} + \beta_4 * \text{Distance} + \beta_5 * \text{CON} + \beta_6 * \text{BIT} + \beta_7 * \text{WOULDBEHHI} + u_{i,t} \quad (13)$$

Avec le coût total unitaire ( $SOUM_{i,t} / QTEE_{t,x}$ ), nous effectuerons notre approche différence en différence avec l'équation suivante :

$$SOUM_{i,t}/QTEE_{t,x} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Marteau} + \beta_2 * \text{Montréal} + \beta_3 * \text{Interaction} + \beta_4 * \text{Distance} + \beta_5 * \text{CON} + \beta_6 * \text{BIT} + \beta_7 * \text{WOULDBEHHI} + u_{i,t} \quad (14)$$

Dans les équations 13 et 14, Marteau est une variable dummy prenant la valeur de 0 avant 2010 et de 1, par la suite. Montréal est une variable dummy prenant la valeur de 1 si on est à Montréal et de 0 si on est à Québec. La variable Interaction représente la multiplication entre les variables Marteau et Montréal. Nous avons aussi tenu compte de tous les autres coûts des firmes. Premièrement, nous avons tenu compte de la distance (Distance) et de la concentration (CON). De plus, nous répétons que nous n'incluons pas la variable Capacité, parce que nous ne l'avons que pour la Ville de Montréal. Deuxièmement, nous avons rajouté le prix du bitume et l'indice Herfindhal. Nous avons tenu compte du prix du bitume (BIT), car c'est une des principales composantes des enrobés bitumineux. De plus, nous avons tenu compte de l'indice Herfindahl qu'on aurait observé sans

la loi à Québec (WOULDBEHHI) ce que représente la Figure 5, car cela nous permet de prendre en compte les changements dans la structure du marché. Nous utilisons le WOULDBEHHI et non le HHI pour tenir compte du changement de structure de marché qui a suivi la mise en vigueur de la nouvelle loi en 2010 dans la Ville de Québec ainsi que nous l'avons expliqué au chapitre 3. Pour être cohérent dans notre approche, nous prendrons toujours la plus basse soumission reçue dans nos deux marchés pour bien contrôler le changement de structure de marché. Comme les variables BIT et WOULDBEHHI ont toujours les mêmes valeurs à chaque enchère, nous n'utiliserons pas d'effets fixes par enchère. Aussi, nous avons mis des effets fixes par firmes pour tenir compte des caractéristiques spécifiques liées aux firmes dans notre régression. Tout cela nous permet de tenir compte d'un maximum de facteurs dans nos régressions et donc de répondre à une des critiques de ce test. De plus, Bertrand, Duflo et Mullainathan (2003) ont remarqué que la variance des résidus obtenus par l'approche différence en différence est souvent sous-estimée, ce qui fait que les variables sont trop souvent significatives. Ils recommandent une série de mesures pour éviter cette faille économétrique et nous en emploierons deux. Premièrement, la matrice variance-covariance ne peut être que compatible avec l'hypothèse que l'homoscédasticité soit respectée. Toutefois, nous allons résoudre ce problème en utilisant la formule généralisée de White pour calculer les résidus. Deuxièmement, pour s'assurer d'avoir des résidus sans biais, on peut tenir compte de leur structure, selon certaines variables qu'on appelle groupements. Donc, nous allons utiliser deux groupements, soit les années et les villes, pour nous assurer de bien tenir compte de la structure des résidus.

Nous testerons, dans nos deux équations, la significativité et le signe du coefficient  $B_3$  pour déterminer si l'impact combiné du marché analysé et du bris structurel a eu un effet sur le niveau des soumissions des firmes. L'hypothèse que nous essayons de vérifier est la suivante :

$$H_0 : B_3 = 0 \quad (15)$$

Ainsi, si on est capable de rejeter l'hypothèse énoncée à l'équation 15, nous serons en mesure d'affirmer qu'il y a eu un changement au niveau des soumissions des firmes dans ce marché, après cette date. Si ce changement s'avère significatif et de signe négatif, cela voudrait dire que les prix par tonne métrique ont baissé à Montréal après le bris structurel et ceci pourrait être un indice de collusion dans le marché de Montréal. Nous présenterons les résultats de ces deux régressions dans la section 6.4.

## 6 Résultats

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats dans l'ordre suivant : (1) nous posons les résultats de la régression de la fonction de soumission pour nos deux villes, (2) ceux du test d'indépendance conditionnelle, (3) ceux du test d'interchangéabilité, (4) ceux de l'approche différence en différence et pour finir (5) nous discutons des résultats.

### 6.1 Fonction de soumission

Dans cette section, nous présentons les résultats de la régression de notre fonction de soumission posée en 5.1. Dans le tableau ci-dessous, nous posons les résultats de la régression effectuée sur l'équation 8 pour la Ville de Québec et de Montréal et nous les commentons brièvement par la suite.

TABLEAU 4 – Régression sur la fonction de soumission de la Ville de Québec et de Montréal

Variables	MCO (Québec)	MCO (Montréal)
C (constante)	9,1498 (3,4136)*	1,7700 (1,1497)
Prix <sub>tm</sub>	0,9528 (0,0571)***	1,0337 (0,0151)***
Capacit	N.D.	-0,0034 (0,0005)***
Distance	0,0334 (0,0116)***	0,1894 (0,0046)***
CON	-0,0125 (-0,0061)**	-0,4711 (0,1298)***
Échantillon	184	2090
R <sup>2</sup>	0,9331	0,9374

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$  Utilisation d'effets fixes pour chaque enchère dans cette régression.

Tout d'abord, nous tenons à mettre l'accent sur le fait que nos variables explicatives, malgré leur faible nombre, expliquent bien le coût total unitaire (SOUM/QTEE). En effet, avec un R<sup>2</sup> de 93,31 % pour la Ville de Québec et de 93,74 % pour la Ville de Montréal, le modèle spécifié à l'équation 8 semble bien expliquer les variations de notre variable expliquée. L'utilisation d'effets fixes

nous aide à mieux capter les variations dues aux enchères et ainsi, à rendre notre modèle plus représentatif du processus d'appels d'offres.

Nous détaillons dans ce paragraphe l'apport de chacune de nos variables explicatives à notre fonction de soumission. En premier lieu, pour Québec et pour Montréal, la variable  $PRIX_{TM}$  est significative à un seuil de 1% : elle est de signe positif et a une ampleur similaire pour les deux villes. Cette observation est intuitive, car plus le prix par tonne métrique augmente, plus le coût total unitaire augmente. En deuxième lieu, nous observons que la variable Capacité à Montréal a un impact significatif et négatif à un seuil de 1 % dans cette ville. Donc, plus une firme a une grande capacité de production, plus ses soumissions sont basses. Cette observation est logique, car on pourrait s'attendre à ce que les firmes avec une grande capacité de production bénéficient d'économies d'échelles et donc, peuvent soumissionner plus bas que les autres firmes. Toutefois, il faut noter que l'impact de cette variable sur le coût total unitaire est d'une ampleur très faible. En troisième lieu, nous voyons que la variable distance a un impact significatif à un seuil de 1 % et est de signe positif dans nos deux marchés. Ceci implique que plus la distance entre l'usine de la firme et le projet à réaliser est élevée, plus le coût total unitaire augmente, ce qui est logique. Notons que l'effet de cette variable est beaucoup plus prononcé pour la Ville de Montréal que pour la Ville de Québec. En quatrième lieu, la variable CON, notre variable instrumentale de l'expérience de la firme dans un arrondissement, est significative et a un impact négatif à Montréal à un seuil de 1% et à Québec à un seuil de 5%. Donc, plus une firme a d'expérience pour travailler dans un arrondissement, plus ses soumissions sont basses, ce qui est attendu.

## 6.2 Test d'indépendance conditionnelle

Nous avons vérifié l'hypothèse nulle posée à l'équation 9 et, pour ce faire, nous avons calculé la corrélation entre les résidus pour chaque paire de firmes ayant interagi plus de quatre fois ensemble lors de processus d'appels d'offres. Nous analysons quatre moments pour ce test, soit : (1) Québec avant le bris structurel (2) Québec après le bris structurel (3) Montréal avant le bris structurel et (4) Montréal après le bris structurel. Pour chacun de ces 4 moments, les tableaux 23, 24, 25 et 26 de l'Annexe D présentent la corrélation ( $r$ ) pour chaque paire de firmes et le nombre d'interactions que ces firmes ont eu entre elles ( $n$ ). Nous avons utilisé les corrélations ( $r$ ) et les avons analysées selon la statistique de Fisher et le coefficient de corrélation de Spearman. Nous nommons ces deux

statistiques transformées,  $z$ , et avec celles-ci nous pouvons voir si cette corrélation est significative ou non. Pour chacun de nos 4 moments, nous avons représenté la statistique de test ( $z$ ), la valeur  $p$  associée et le nombre d'interactions entre les firmes ( $n$ ).

### 6.2.1 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre premier moment

Premièrement, nous avons illustré la corrélation entre les résidus des firmes selon nos deux statistiques de tests à Québec avant 2010 ci-dessous.

TABLEAU 5 – Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Québec avant le bris structurel

firmes	Test de Fisher			Test de Spearman	
	n	z	valeur p	z	valeur p
(1 vs 2)	36	2,2147	0,0343**	2,1582	0,0389**
(1 vs 3)	4	0,1011	0,3969	0,1015	0,3969
(1 vs 4)	8	0,3586	0,3741	0,3552	0,3746
(1 vs 5)	4	0,1195	0,3961	0,1179	0,3962
(1 vs 6)	36	2,1922	0,0361**	2,1582	0,0389**
(1 vs 7)	4	0,1199	0,3961	0,1179	0,3962
(2 vs 3)	4	0,1023	0,3969	0,1015	0,3969
(2 vs 4)	8	0,3625	0,3736	0,3552	0,3746
(2 vs 5)	4	0,1207	0,3960	0,1179	0,3962
(2 vs 6)	36	2,2180	0,0341**	2,1582	0,0389**
(2 vs 7)	4	0,1211	0,3960	0,1179	0,3962
(3 vs 6)	4	0,1012	0,3969	0,1015	0,3969
(4 vs 6)	8	0,3590	0,3740	0,3552	0,3746
(5 vs 6)	4	0,0000	0,3989	0,0000	0,3989
(6 vs 7)	4	0,1196	0,3961	0,1179	0,3962

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

Le constat principal qui ressort du tableau 5 est que la condition d'indépendance conditionnelle tient pour 80 % des paires de firmes à Québec, autant avec la statistique de Fisher qu'avec celle du coefficient de corrélation de Spearman. Seulement 3 paires de firmes (1 vs 2) (1 vs 6) (2 vs 6) rejettent la condition d'indépendance conditionnelle à un seuil de 5 %. Il est intéressant de noter que ces firmes sont les 3 firmes ayant les plus grandes parts de marchés à Québec.

Somme toute avec le respect de cette condition dans 80 % des paires de firmes, nous pouvons dire que le marché de Québec avant 2010 respecte assez bien cette condition.

### 6.2.2 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre deuxième moment

Deuxièmement, nous avons illustré la corrélation entre les résidus des firmes selon nos deux statistiques de tests à Québec, après 2010, au tableau 6. Après 2010, nous observons que la firme 7 n'a fait aucune soumission, ce qui fait diminuer le nombre de paires de firmes. Pour 88 % des paires de firmes retenues, la condition d'indépendance conditionnelle tient selon nos deux tests statistiques, ce qui est une amélioration par rapport aux résultats obtenus avant 2010. Il n'y a qu'une seule paire qui échoue à cette condition, soit la paire (2 vs 6). Ces deux firmes font partie des trois plus grandes firmes de ce marché et échouaient à ce test aussi avant 2010. Toutefois cette fois-ci, le rejet est moins fort, car la condition d'indépendance conditionnelle est rejetée à un seuil de 10 %, au lieu de 5 %. Somme toute, après 2010, ce marché démontre majoritairement un respect de cette condition.

TABLEAU 6 – Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Québec après le bris structurel

firmes	Test de Fisher			Test de Spearman	
	n	z	valeur p	z	valeur p
(1 vs 2)	17	1,2874	0,1742	1,2337	0,1864
(1 vs 4)	5	0,2676	0,3849	0,2594	0,3857
(1 vs 6)	18	1,3806	0,1538	1,3163	0,1678
(2 vs 3)	4	0,1430	0,3949	0,1378	0,3952
(2 vs 4)	9	0,5484	0,3433	0,5274	0,3472
(2 vs 6)	23	1,9101	0,074*	1,8046	0,088*
(3 vs 6)	4	0,1478	0,3946	0,1417	0,3950
(4 vs 6)	9	0,5672	0,3397	0,5429	0,3443

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

Pour pousser notre analyse un peu plus loin, nous avons voulu tester s'il y avait une différence significative quant au respect de cette condition avant et après le bris structurel. Pour ce faire, nous avons procédé à une analyse en différence pour tester si les coefficients de corrélation ( $r$ ) étaient statistiquement différents

avant et après le bris structurel pour le marché de Québec. Les résultats de cette approche sont présentés à l'Annexe D au tableau 27 et ils nous démontrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les coefficients entre ces deux périodes pour la Ville de Québec. Comme il n'y a pas eu de changement significatif dans ce marché au niveau des corrélations des résidus des firmes avant ou après le bris, on peut affirmer que les firmes n'ont pas modifié leurs comportements. Cela démontre donc que le respect de cette condition reste inchangé sur toute la période. Cela vient aussi appuyer notre décision de prendre Québec comme marché comparatif à Montréal, car, du moins pour le respect de ce critère, les firmes de Québec exhibent le même comportement de 2005 à 2013.

### 6.2.3 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre troisième moment

Troisièmement, nous avons illustré la corrélation entre les résidus des firmes selon nos deux statistiques de tests à Montréal avant 2010 au tableau 7 à la page suivante. Avant 2010 à Montréal, il n'y avait que 6 firmes dans le marché et en les mettant en paires, nous observons que, sur 14 paires, 7 d'entre elles violent la condition d'indépendance conditionnelle selon les tests de Fisher et Spearman. Donc, dans ce marché, nous voyons que cette condition est respectée dans 50 % des cas, ce qui est considérable lorsqu'on compare avec la Ville de Québec qui respecte cette condition dans 80 % des cas. De plus, la plupart du temps, la condition est rejetée avec un niveau de significativité de 1 % à Montréal, comparativement à la Ville de Québec qui est de 5 %. Encore une fois, comme à Québec, cet échec se produit majoritairement pour les grandes firmes de notre marché, soit les firmes 1, 2 et 4. En résumé, nous ne pouvons pas affirmer que cette condition était respectée à Montréal avant 2010, ce qui est intéressant, car ce non-respect coïncide avec la période pour laquelle nous avons émis des soupçons de pratiques collusives.<sup>27</sup>

---

27. Il est intéressant de constater que dans nos tests d'indépendance conditionnelle pour nos 4 moments, la corrélation ( $r$ ) entre les résidus est négative. Jakobsson (2007) nous explique qu'on observe des corrélations négatives lorsqu'une soumission est systématiquement plus faible que notre fonction de soumission le prédit et que les autres soumissions sont plus élevées que ce la fonction prédit. Cela peut représenter un schéma collusif où les firmes s'entendent pour qu'une dépose la soumission gagnante et les autres déposent des soumissions toujours plus élevées. Le signe de la corrélation des résidus peut donner un indice de preuves de pratiques collusives.

TABLEAU 7 – Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Montréal avant le bris structurel

firmes	Test de Fisher			Test de Spearman	
	n	z	valeur p	z	valeur p
(1 vs 2)	175	3,8204	0,0003***	3,7603	0,0003***
(1 vs 3)	126	2,6739	0,0112**	2,6198	0,0129**
(1 vs 4)	250	5,8873	0,0000***	5,7824	0,0000***
(1 vs 5)	107	2,3272	0,0266**	2,3010	0,0283**
(1 vs 6)	41	0,8100	0,2874	0,7939	0,2911
(2 vs 3)	67	1,2816	0,1755	1,2650	0,1792
(2 vs 4)	115	2,6352	0,0124**	2,6068	0,0133**
(2 vs 5)	59	1,1352	0,2094	1,1302	0,2106
(2 vs 6)	13	0,2761	0,3840	0,2724	0,3844
(3 vs 4)	118	2,2102	0,0347**	2,1759	0,0374**
(3 vs 5)	67	1,0040	0,2410	0,9954	0,2431
(4 vs 5)	107	1,9896	0,0551*	1,9771	0,0565*
(4 vs 6)	28	0,5615	0,3408	0,5531	0,3423
(5 vs 6)	12	0,2052	0,3906	0,2034	0,3908

\*\*\*=p<0.01, \*\*=p<0.05, \*=p<0.1

#### 6.2.4 Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour notre quatrième moment

Quatrièmement, nous avons illustré la corrélation entre les résidus des firmes selon nos deux statistiques de tests à Montréal après 2010 au tableau 8 à la page 42. Après notre bris structurel à Montréal, il y a eu 3 firmes qui sont entrées dans le marché, ce qui explique le plus grand nombre de paires de firmes dans le tableau 8. Nous observons qu'après le bris, il y a 18 paires de firmes sur un total de 26 paires, soit 69 % de toutes les paires, qui respectent la condition d'indépendance conditionnelle. C'est une augmentation drastique, car auparavant seulement la moitié des paires de firmes respectait cette condition. Il semble que ce soit majoritairement quand la firme 1 soumissionne que cette condition est violée, tout comme on pouvait l'observer avant le bris structurel. Somme toute, il semble y avoir eu une diminution du nombre de violations de la condition d'indépendance conditionnelle après le bris structurel, ce qui pourrait être interprété comme une baisse des pratiques collusives dans le marché de Montréal.

De plus, comme pour le marché de Québec, nous avons testé économétrique-

TABLEAU 8 – Résultats du test d'indépendance conditionnelle pour Montréal après le bris structurel

firmes	Test de Fisher		Test de Spearman		
	n	z	valeur p	z	valeur p
(1 vs 2)	130	1,9508	0,0595*	1,8869	0,0673*
(1 vs 3)	128	2,1411	0,0403**	2,0706	0,0468**
(1 vs 4)	198	3,1335	0,0029***	3,0278	0,0041***
(1 vs 5)	168	2,6242	0,0128**	2,5333	0,0161**
(1 vs 6)	165	2,6295	0,0126**	2,5449	0,0157**
(1 vs 7)	225	3,6344	0,0005***	3,5224	0,0008***
(1 vs 8)	126	1,9496	0,0596*	1,8992	0,0086***
(2 vs 3)	20	0,3875	0,3701	0,3800	0,3712
(2 vs 4)	90	1,0236	0,2363	1,0024	0,2414
(2 vs 5)	45	0,6489	0,3232	0,6348	0,3262
(2 vs 6)	84	0,9112	0,2634	0,8939	0,2676
(2 vs 7)	119	1,2823	0,1753	1,2593	0,1805
(2 vs 8)	41	0,5327	0,3462	0,5258	0,3474
(3 vs 4)	37	0,7067	0,3108	0,6921	0,3140
(3 vs 5)	71	0,9116	0,2633	0,8919	0,2680
(3 vs 6)	17	0,4186	0,3655	0,4102	0,3667
(3 vs 7)	33	0,7205	0,3077	0,7074	0,3106
(3 vs 8)	55	0,6879	0,3149	0,6794	0,3167
(4 vs 5)	78	1,1190	0,2133	1,0937	0,2194
(4 vs 6)	121	1,4191	0,1458	1,3912	0,1516
(4 vs 7)	171	1,9935	0,0547*	1,9556	0,0589*
(4 vs 8)	66	0,8847	0,2697	0,8725	0,2726
(5 vs 6)	65	0,9383	0,2569	0,9183	0,2617
(6 vs 7)	139	1,6530	0,1018	1,6240	0,1067
(6 vs 8)	39	0,6166	0,3299	0,6095	0,3313
(7 vs 8)	73	1,0114	0,2392	0,9997	0,2420

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

ment si la différence entre les coefficients de corrélation avant et après le bris structurel était significative. Nous avons indiqué les résultats de ce test au tableau 28 de l'Annexe D. Nous sommes capables de dire que la corrélation entre les résidus des firmes a baissé de façon significative à un seuil de 1 % avant et

après le bris structurel. En effet, la corrélation moyenne avant le bris était de 0,1697 et après le bris, elle était de 0,1088. Il y a donc eu une baisse de 56 % dans la corrélation des résidus, ce qui est non-négligeable. Si la corrélation baisse, cela indique que les soumissions des firmes sont plus indépendantes les unes des autres et qu'on respecte plus cette condition caractérisant un équilibre compétitif. Cette information est très intéressante, car elle vient appuyer l'existence d'un bris structurel dans le comportement des firmes qui a rendu le marché de Montréal plus compétitif après 2010. Nous reviendrons sur les implications du résultat du test d'indépendance conditionnelle à la section 6.5.

### 6.3 Test d'interchangéabilité

Tout comme pour le test d'indépendance conditionnelle, nous avons testé le respect de la condition d'interchangéabilité dans nos deux marchés. Pour ce faire, nous avons testé l'égalité des coefficients  $\beta$  pour les variables explicatives pour chacune de nos paires de firmes ayant interagi plus de 4 fois ensemble et pour l'ensemble du marché avec un F-test. Nous avons présenté nos résultats selon nos 4 moments, soit : (1) Québec avant le bris structurel (2) Québec après le bris structurel (3) Montréal avant le bris structurel et (4) Montréal après le bris structurel. Pour chacun de ces moments, nous avons illustré la statistique F et la valeur p associée au test.

#### 6.3.1 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre premier moment

Premièrement au tableau 9, nous avons testé l'égalité des coefficients  $\beta$  pour chaque paire de firmes à Québec avant le bris structurel. Tout d'abord, on constate en regardant ce tableau que pour 8 des 15 paires de firmes ayant interagi ensemble plus de 4 fois lors d'appels d'offres, la condition d'interchangéabilité n'est pas respectée. Cela implique que pour presque 55 % de notre marché, une permutation de l'information disponible publiquement n'a pas le même impact sur le niveau des soumissions des firmes. De plus, la plupart de ces rejets, soit 7 sur 8, sont significatifs à un seuil de 1 %, ce qui veut dire que ceux-ci sont très significatifs dans plus de la moitié de nos paires de firmes. Aussi, il ne semble pas y avoir de logique entre les firmes qui réussissent à satisfaire cette condition et celles qui n'y parviennent pas. Ensuite, lorsque nous regardons notre statistique z pour tout le marché, nous pouvons constater à quel point elle est facilement rejetée. Donc, indéniablement, pour notre premier moment, la condition d'interchangéabilité ne

tient pas pour la majorité des firmes et pour l'ensemble du marché de Québec.

TABLEAU 9 – Résultats du test d'interchangéabilité pour Québec avant le bris structurel

Paires de firmes	n	Statistique F	valeur p
(2 vs 1)	36	1,4369	0,8287
(3 vs 1)	8	0,0380	0,9627
(4 vs 1)	4	11,7381	0,0002***
(5 vs 1)	36	12,1050	0,0000***
(6 vs 1)	4	0,8075	0,4561
(7 vs 1)	4	11,1913	0,0003***
(3 vs 2)	8	0,3636	0,6984
(4 vs 2)	4	1,6636	0,2076
(5 vs 2)	36	7,4102	0,0026***
(6 vs 2)	4	1,2011	0,3159
(7 vs 2)	4	10,0596	0,0001***
(5 vs 3)	4	2,88045	0,0728*
(5 vs 4)	8	27,5038	0,0000***
(6 vs 5)	4	9,74583	0,0001***
(7 vs 6)	4	15,6600	0,0000***
Toutes les paires	172	113,5485	0,0000***

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

### 6.3.2 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre deuxième moment

Deuxièmement au tableau 10, nous avons testé l'égalité des coefficients  $\beta$  pour chaque paire de firmes à Québec après le bris structurel. Pour notre deuxième moment à Québec, il ne semble pas y avoir de grandes différences au niveau du rejet après le bris structurel. En effet, pour les paires de firmes ayant interagi entre elles plus de 4 fois, 4 paires sur 8 ne respectent pas la condition d'interchangéabilité. Ce rejet est quand même assez significatif, car pour la plupart de ces paires, la condition est rejetée à un seuil de 1%. De plus, la condition n'est pas respectée comme auparavant pour l'ensemble du marché. Pour la Ville de Québec, nous pouvons donc affirmer que, globalement, la condition d'interchangéabilité ne tient pas pour toute la période de 2005 à 2013 pour la majorité des paires de firmes et pour l'ensemble du marché. Il s'agit donc d'une violation d'une

des conditions d'un équilibre compétitif tel que défini par Bajari et Ye (2003). Nous discuterons plus en détail des causes possibles de ce non-respect à la fin de la section 6.3.4.

TABLEAU 10 – Résultats du test d'interchangéabilité pour Québec après le bris structurel

Paires de firmes	n	Statistique F	valeur p
(2 vs 1)	17	1,2899	0,2944
(4 vs 1)	5	0,9344	0,4072
(6 vs 1)	18	0,1506	0,0001***
(3 vs 2)	4	2,0579	0,0173**
(4 vs 2)	9	0,0116	0,9885
(6 vs 2)	23	4,3211	0,0255**
(6 vs 3)	4	37,1226	0,0000***
(6 vs 4)	9	0,6351	0,5389
Toutes les paires	97	35,5850	0,0000***

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

### 6.3.3 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre troisième moment

Troisièmement au tableau 11 à la page suivante, nous avons testé l'égalité des coefficients  $\beta$  pour chaque paire de firmes à Montréal avant le bris structurel. Pour notre troisième moment, nous constatons que la condition d'interchangéabilité ne tient pas pour 12 des 14 paires de firmes, ayant eu plus de 4 interactions lors de processus d'appels d'offres. Tout comme pour le premier et deuxième moment, il ne semble pas y avoir de liens entre l'identité de la firme et le respect de la condition. Donc, 86 % des paires de firmes ne parviennent pas à satisfaire cette condition et la plupart à un seuil de 1 %. De plus, la condition n'est pas respectée pour tout le marché de Montréal. En résumé, cette condition est clairement violée lors de notre troisième moment.

### 6.3.4 Résultats du test d'interchangéabilité pour notre quatrième moment

Quatrièmement au tableau 12 à la page 47, nous avons testé l'égalité des coefficients  $\beta$  pour chaque paire de firmes à Montréal après le bris structurel. Le quatrième moment ne semble pas très différent du troisième moment. En effet, la

TABLEAU 11 – Résultats du test d’interchangéabilité pour Montréal avant le  
bris structurel

Paires de firmes	n	Statistique F	valeur p
(2 vs 1)	175	4,6099	0,0038***
(3 vs 1)	126	12,7072	0,0000***
(4 vs 1)	250	1,4258	0,2362
(5 vs 1)	107	2,8901	0,0364**
(6 vs 1)	41	1,2947	0,2772
(3 vs 2)	67	12,8014	0,0000***
(4 vs 2)	115	3,0158	0,0309**
(5 vs 2)	59	4,1285	0,0072***
(6 vs 2)	13	6,9378	0,0002***
(4 vs 3)	118	32,8471	0,0000***
(5 vs 3)	67	11,4203	0,0000***
(5 vs 4)	107	2,8407	0,0388**
(6 vs 4)	28	5,6099	0,0010***
(6 vs 5)	12	2,5441	0,0571*
Toutes les paires	1285	10,9941	0,0000***

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

condition d’interchangéabilité ne tient pas pour 18 paires de firmes sur 27 qui ont soumissionné plus de 4 fois ensemble. Donc, pour 67 % de nos paires de firmes, la condition ne tient pas, ce qui est une diminution du non-respect de cette condition de 21 % comparativement au troisième moment. De plus, les firmes qui ont fait leur entrée sur le marché à partir de 2010, soit les firmes 7 et 8 ne semblent pas plus enclines à respecter la condition d’interchangéabilité que les autres firmes. Au final, la condition n’est pas respectée pour l’ensemble du marché de Montréal.

Donc, pour nos 2 villes, la condition est violée pour tout le marché et pour la majorité des firmes. Quoiqu’il semble y avoir un respect de cette condition un peu plus présent au niveau des paires de firmes pour la Ville de Québec que pour la Ville de Montréal, nous ne sommes pas en mesure de démontrer que la Ville de Québec respecte significativement plus cette condition que la Ville de Montréal. Donc, il y a un non-respect important d’une condition pour être dans un équilibre compétitif dans ces 2 Villes. Pour comprendre les raisons de ce non-respect pour nos deux marchés, nous nous référons aux deux premières limites énoncées à la section 5.4 de ce test qui pourraient avoir causé le non-respect de cette condition

TABLEAU 12 – Résultats du test d’interchangeabilité pour Montréal après le  
bris structurel

Paires de firmes	n	Statistique F	valeur p
(2 vs 1)	130	3,2517	0,0218**
(3 vs 1)	128	0,8373	0,4741
(4 vs 1)	198	2,1553	0,0928*
(5 vs 1)	168	2,7266	0,0438**
(6 vs 1)	165	7,9759	0,0000***
(7 vs 1)	225	12,8652	0,0000***
(8 vs 1)	126	1,4388	0,2311
(3 vs 2)	20	1,1680	0,3217
(4 vs 2)	90	0,8513	0,4665
(5 vs 2)	45	6,1403	0,0004***
(6 vs 2)	84	3,7788	0,0107**
(7 vs 2)	119	14,8889	0,0000***
(8 vs 2)	41	0,6407	0,5892
(4 vs 3)	37	1,2397	0,2949
(5 vs 3)	71	2,1550	0,0928*
(6 vs 3)	17	2,7174	0,0443**
(7 vs 3)	33	3,1500	0,0251**
(8 vs 3)	55	1,5350	0,2049
(5 vs 4)	78	7,3475	0,0001***
(6 vs 4)	121	6,2993	0,0003***
(7 vs 4)	171	13,0469	0,0000***
(8 vs 4)	66	1,8661	0,1347
(6 vs 5)	65	13,3770	0,0000***
(7 vs 5)	77	1,3477	0,2585
(7 vs 6)	139	30,0888	0,0000***
(8 vs 6)	39	14,3918	0,0000***
(8 vs 7)	73	4,0640	0,0073***
Toutes les paires	2581	17,7611	0,0000***

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

pour un équilibre compétitif. Premièrement, il se peut que la forme réduite de l’équation 8 ne fût pas appropriée pour caractériser la permutation des variables. En effet, il y a peut-être d’autres facteurs importants spécifiques aux firmes que

l'on ne contrôle pas dans ce test et qui nous empêchent d'obtenir une égalité des coefficients. Deuxièmement, il y a possiblement des variables explicatives liées aux firmes que nous n'avons pas pu contrôler et qui viennent biaiser nos résultats. En bref, ce test, bien qu'effectué par Bajari et Ye (2003), ne semble pas convenir aux données recueillies dans nos deux marchés. Nous ne pouvons donc rien conclure avec ce test sur la compétition ou la collusion dans nos deux marchés.

## 6.4 Approche différence en différence

Pour justifier l'utilisation de l'approche différence en différence, nous avons d'abord représenté l'évolution du prix moyen des enrobés bitumineux à travers les années dans nos 2 villes, voir la Figure 12. Ce graphique est extrêmement révélateur d'une tendance importante dans nos 2 villes. En effet, avant 2010, Montréal montre des prix moyens plus élevés qu'à Québec et après cette date, cette différence s'estompe et les prix dans les 2 marchés convergent. Nous avons créé le tableau 13 ci-contre pour mettre l'accent mathématiquement sur la tendance que nous observons au niveau graphique.

TABLEAU 13 – Prixtm avant/après le bris structurel de 2010

Marchés	Avant l'annonce		Après l'annonce		Différence
	Nombre d'observations	Moyenne des soumissions	Nombre d'observations	Moyenne des soumissions	
Ville de Montréal	1069	69,43 \$	1603	70,69 \$	1,26 \$
Ville de Québec	128	53,46\$	79	64,46 \$	11\$
Différence : Montréal - Québec		15,97\$		6,23\$	9,74 \$

Ce tableau confirme que les prix des enrobés à Montréal après le bris de 2010 augmentent de 1,26 \$, tandis qu'à Québec, ils augmentent de 11 \$. Comme le montre la Figure 12, les prix ont toujours été plus élevés à Montréal qu'à Québec et à partir du bris, ils commencent à converger vers 2011. Cette observation est très importante, car elle laisse supposer l'existence d'un événement en 2010 qui a créé cette convergence. En effet, le tableau 13 et la Figure 12 justifient l'approche différence en différence que nous avons décrite dans la section 5.1. Par ailleurs, la Figure 13 présente le coût total moyen unitaire (SOUM/QTEE) des 2 villes. Avec ce graphique, nous constatons, en gros, la même tendance que nous avons observée précédemment avec les prix unitaires moyens, c'est-à-dire que l'écart des coûts totaux moyens unitaires s'amenuise entre les 2 villes à partir de 2010 et ceux-ci convergent autour de 2011.

Le tableau 14 à la page suivante vient renforcer l'information de la Figure 13.

TABLEAU 14 – SOUM/QTEE avant/après le bris structurel de 2010

Marchés	Avant l'annonce		Après l'annonce		Différence
	Nombre d'observations	Moyenne des soumissions	Nombre d'observations	Moyenne des soumissions	
Ville de Montréal	560	83,45 \$	1603	77,92 \$	-5,53 \$
Ville de Québec	128	59,95 \$	79	72,07 \$	12,12 \$
Différence : Montréal - Québec		23,50 \$		5,85 \$	17,65 \$

Dans le tableau 14, le coût total unitaire à Montréal baisse de 5,53 \$, tandis qu'il augmente à Québec de 12,12 \$. L'impact du bris structurel est donc beaucoup plus important sur le coût total unitaire que sur le prix unitaire moyen et cet impact vient, une fois de plus, justifier l'emploi de notre approche différence en différence. Par la suite, nous présentons les résultats de nos deux régressions de différence en différence, soit les équations 13 et 14, aux tableaux 15 et 16. Ces deux tableaux précisent les résultats obtenus en deux groupements, soit celui pour toutes les soumissions des firmes et celui pour les soumissions gagnantes.

Pour ce qui est de l'équation 13, le tableau 15 à la page suivante confirme bien l'information transmise sur les prix par tonne métrique de la Figure 13 et correspond majoritairement à l'intuition économique. Premièrement, la variable Distance n'est pas significative pour nos deux groupements. Ce résultat est logique, car notre variable dépendante, le prix par tonne métrique, ne comprend pas les coûts de livraison, contrairement au coût total unitaire que nous analysons au tableau 16. Deuxièmement, la variable CON qui est un estimé de l'expérience de la firme à travailler dans un arrondissement est significative à un seuil de 1 % et de signe négatif pour toutes les soumissions. Ceci implique donc que, pour l'ensemble des soumissions déposées lors d'un appel d'offres, plus une firme a de l'expérience, plus elle peut soumissionner agressivement. Toutefois, pour les soumissions gagnantes, cette variable est significative à un seuil de 1% et est de signe positif. Ceci va à l'encontre de ce à quoi on aurait pu s'attendre dans notre cadre théorique. Nous posons l'hypothèse que ce signe positif pour les soumissions gagnantes traduit le fait que plus une firme remporte de contrats dans un

TABLEAU 15 – Résultats de l’approche différence en différence avec le prix par tonne métrique

Effet sur Prix par tonne métrique	Toutes les soumissions	Soumissions gagnantes
Constante	42,3794 (1,2903)***	42,3379 (2,6274)***
Marteau	1,5760 (0,0426)***	1,5470 (2,8989)
Montréal	15,6876 (0,1969)***	17,7802 (1,9047)***
Interaction	-16,7676 (0,1694)***	-18,2462 (1,7417)***
Distance	-0,0030 -(0,0115)	-0,0200 -(0,0205)
CON	-0,0122 (0,0026)***	0,0918 (0,0456)***
BIT	0,0437 (0,0022)***	0,0444 (0,0007)***
WOULDBEHHI	-8,9842 (0,3137)***	-14,9905 (2,6114)***
Nombre d’observations	2347	595
R <sup>2</sup>	0,4432	0,6542

Cette régression comprend des effets fixes par ville et par année.

\*\*\*=p<0.01, \*\*=p<0.05, \*=p<0.1

arrondissement, plus elle augmente son pouvoir de marché dans celui-ci et est en mesure d’augmenter ses prix. Troisièmement, la variable BIT qui est le coût du bitume est toujours significative à un seuil de 1% et de signe positif. Ceci est prévisible, car plus le coût du bitume augmente, plus les enrobés seront dispendieux. Quatrièmement, WOULDBEHHI, notre indice Herfindhal sans l’impact de la loi promulguée à Québec, est toujours de signe négatif et significatif à un seuil de 1%. L’ampleur de cette variable sur le prix par tonne métrique est presque le double avec les soumissions gagnantes comparativement à toutes les soumissions. Donc, plus la concentration dans nos marchés augmente, plus les prix baissent. Ce résultat peut sembler inattendu, mais il capte une tendance propre à notre échantillon ; en effet, à Québec, nous observons des indices Herfindhal élevés et des prix plus faibles qu’à Montréal. Ce fait empirique vient expliquer le signe de cette variable.

En ce qui concerne les variables liées à notre approche différence en différence, nous observons, tout d'abord, que l'impact de la variable Marteau sur le prix par tonne métrique est significatif à un seuil de 1% et de signe positif pour toutes les soumissions, tandis qu'avec les soumissions gagnantes, son impact est non significatif. Globalement, cela implique que le niveau des soumissions a augmenté après 2010 dans nos deux marchés. Ensuite, nous constatons que la variable Montréal est significative à un seuil de 1% et que son impact sur la variable expliquée est positif. Ceci corrobore le fait qu'à Montréal, les soumissions sont globalement plus élevées qu'à Québec pour tout l'échantillon. Finalement, la variable Interaction qui capte l'effet combiné d'être à Montréal et après 2010 est significative à un seuil de 1% et son signe est négatif. Ceci implique que les prix à la Ville de Montréal ont baissé après 2010 comparativement ceux de la Ville de Québec. De plus, cet écart de prix est d'environ 36 % du prix d'une tonne métrique d'enrobé bitumineux pour les soumissions gagnantes, ce qui est une différence considérable.<sup>28</sup> Cette observation confirme donc un indice de la fin d'un équilibre collusif à Montréal après 2010 ; nous en discuterons à la section 6.5.

Deuxièmement, le tableau 16 présente les résultats de notre approche différence en différence sur le coût total unitaire à la page suivante. En bref, l'information véhiculée par le tableau 16 correspond à l'inspection visuelle de la Figure 13. Toutefois, contrairement au tableau 15, toutes les variables présentes dans le tableau 16 sont significatives.

Il est important de rappeler que le coût total unitaire comprend le prix par tonne métrique, ainsi que le coût de livraison. Il est donc attendu qu'avec cette variable expliquée, la variable Distance soit significative à un seuil de 1 % et de signe positif. Ceci implique que plus la distance entre l'usine de la firme et le projet augmente, plus le coût unitaire va être élevé ; ce qui est tout à fait logique. De plus, comme au tableau 15, la variable CON est significative, de signe négatif pour toutes les soumissions et de signe positif pour les soumissions gagnantes. Aussi, ainsi que nous l'avons observé précédemment, le prix du bitume est significatif à un seuil de 1 % et de signe positif. De surcroît, la variable WOULDBEHHI est significative et de signe négatif, comme au tableau précédent, mais cette fois-ci

---

28. Nous avons calculé  $(\text{prix unitaire moyen} - (\text{prix unitaire moyen} - 18,25\$)) / (\text{prix unitaire moyen} - 18,25\$)$  pour les soumissions gagnantes dans notre échantillon. Cela nous donne un gonflement des coûts d'environ 36 % pour toutes les soumissions.

TABLEAU 16 – Résultats de l’approche différence en différence avec le coût total unitaire

Effet sur le coût total unitaire	Toutes les soumissions	Soumissions gagnantes
Variables	MCO	MCO
Constante	40,8992 (0,6884)***	44,4144 (0,1852)***
Marteau	3,7556 (0,0733)***	3,2842 (1,7144)*
Montréal	19,4818 (0,4968)***	16,9269 (0,1514)***
Interaction	-21,1482 (0,2748)***	-18,9196 (0,2095)***
Distance	0,1750 (0,0403)***	0,0519 (0,0070)***
CON	-0,0077 (0,0030)**	0,1149 (0,0019)***
BIT	0,0445 (0,0006)***	0,0450 (0,0008)***
WOULDBEHHI	-5,8808 (0,1265)***	-7,6743 (0,1506)***
Nombre d’observations	2323	693
R2	0,4091	0,5176

Cette régression comprend des effets fixes par ville et par année.

\*\*\*= $p < 0.01$ , \*\*= $p < 0.05$ , \*= $p < 0.1$

avec un impact moindre sur la variable expliquée.

En ce qui concerne les variables de notre approche différence en différence, nous observons qu’avec le coût total unitaire, la variable Marteau est significative et de signe positif. Donc, après 2010, le coût total unitaire augmente, mais avec une ampleur plus importante dans la régression du tableau 16 que dans celle du tableau 15. De plus, la variable Montréal reste significative et positive, comme au tableau 15. Notre variable Interaction est aussi de signe négatif et significative à un seuil de 1% dans le tableau 16. Ceci nous indique que le coût total unitaire diminue à Montréal après 2010 et qu’il augmente à Québec. Notons qu’au tableau 16 en comparaison avec le tableau 15, l’impact de la variable Interaction sur la variable expliquée est plus élevé d’environ 5 \$ pour toutes les soumissions et reste

sensiblement le même pour les soumissions gagnantes. Cette baisse des coûts totaux unitaires de 21,15 \$ pour toutes les soumissions après 2010 à Montréal représente une baisse d'environ 36 % des soumissions des firmes, ce qui est encore plus considérable que ce que nous observions au tableau 15. Il est à noter que la baisse du coût total unitaire est de 18,92 \$ pour les soumissions gagnantes, ce qui représente une baisse d'environ 34 % pour les soumissions gagnantes.<sup>29</sup> Ceci constitue une preuve supplémentaire pour justifier la fin d'un équilibre collusif à Montréal en 2010. Nous reviendrons sur les implications de ce constat à la section 6.5.

## 6.5 Discussion des résultats

Dans cette section, nous ferons ressortir les liens entre nos résultats, la littérature et les témoignages recueillis dans l'industrie de la construction au Québec, dans le but d'interpréter nos résultats dans un contexte plus large.

Avec notre premier test économétrique, nous avons pu prouver que la condition d'indépendance conditionnelle n'était pas atteinte majoritairement pour les firmes 1, 2 et 4 dans le marché de Montréal. Jakobsson (2007) trouvait que les plus grandes firmes d'un marché étaient celles pour lesquelles la condition d'indépendance conditionnelle était la moins respectée, ce qui correspond à nos résultats. De plus, Bajari et Ye (2003) avaient estimé que les firmes qui échouaient majoritairement au test d'indépendance conditionnelle étaient celles qui avaient été jugées coupables de collusion. Le constat de ces auteurs colle à nos résultats, car les firmes 1, 2 et 4 à Montréal correspondent à 2 des 3 firmes identifiées comme faisant partie d'un cartel dans le témoignage de Gilles Théberge à la Commission Charbonneau. En effet, ce témoin avait mentionné que les firmes 1, 2 et une autre firme non repertoriée dans notre échantillon avaient créé un cartel en 2000 à Montréal. De plus, la firme 4 appartenait à la firme 2 lors de ces années ; il est donc sensé de soupçonner de la collusion dans cette firme aussi. Malheureusement, nous n'avons pas pu utiliser les résultats donnés par le test d'interchangéabilité pour déterminer la compétitivité d'un marché comparativement à un autre. Il se peut que la nature des données recueillies ou la forme réduite imposée dans cette recherche nous empêche d'avoir des résultats significatifs lors de ce test.

---

29. Nous avons calculé  $(\text{coût total unitaire} - (\text{coût total unitaire} - 18,92 \$)) / (\text{coût total unitaire} - 18,92 \$)$  pour les soumissions gagnantes dans notre échantillon. Cela nous donne un gonflement des coûts d'environ 34 % pour toutes les soumissions.

Avec notre approche différence en différence, nous avons observé une baisse du coût total unitaire après le bris structurel de 2010 à Montréal de 21,15 \$ pour toutes les soumissions et de 18,92 \$ pour les soumissions gagnantes. Cette baisse du coût est extrêmement importante et elle correspond à un gonflement des coûts d'environ 34 % pour notre période d'analyse allant de 2005 à 2009. Ceci vient corroborer le témoignage de Gilles Théberge qui dit que les firmes du cartel de l'asphalte à Montréal s'étaient constitué une marge de profit de 30 % dans les années 2000. Une autre façon de réaliser l'importance de ce gonflement des coûts est de multiplier la hausse des coûts attribuable à la collusion par le nombre de tonnes d'asphalte commandées par la ville. De 2005 à 2009, la Ville de Montréal a commandé 228 815 tonnes d'asphalte. Si on multiplie la baisse du coût total unitaire pour toutes les soumissions par le nombre de tonnes commandées de 2005 à 2009, on arrive à plus de 4,8 millions de dollars payés en trop par la Ville de Montréal pour ces 5 années. Cette somme pourrait être avancée comme une estimation des dommages de la collusion pour la Ville de Montréal pendant ces années dans le marché des enrobés bitumineux. Cette somme représente 0,2% de la somme dépensée pour des contrats de construction par la Ville de Montréal sur la même période.<sup>30</sup>

Si l'on vient à prouver au sens de la loi qu'il y a eu collusion dans ce marché, nos résultats ne représenteraient qu'une petite partie des dommages de cette collusion. En effet, si la collusion a bel et bien été implantée en 2000 à Montréal, comme l'a indiqué Gilles Théberge dans son témoignage, nous n'avons pu contrôler tous les dommages causés par celle-ci dans ce marché. D'abord, nous ne savons pas quelles ont été les quantités d'asphalte commandées par la ville de 2000 à 2004, donc nous ne pouvons nous prononcer sur l'existence possible de ce cartel avant 2004 à Montréal. Aussi, nous ne tenons pas compte des coûts de main-d'oeuvre payés en trop à cause de la collusion, ni des coûts de renégociation des contrats au fil des années. L'inclusion de ces facteurs ferait possiblement augmenter les coûts de la collusion et laisse supposer une perte de fonds publics pour la Ville de Montréal encore plus considérable.

Enfin, comme nous l'avons spécifié au tout début de la recherche, nous

---

30. En effet, la Ville de Montréal indique, dans un document sur sa politique d'approvisionnement, qu'elle dépense environ 1 milliards de dollars par année en contrats d'approvisionnement et la moitié de cette somme sert au secteur de la construction. Donc, une approximation de ce montant serait de 500 millions par année pendant 5 ans, ce qui donne 2,5 milliards. Calcul :  $4,8 \text{ millions} / 2,5 \text{ milliards} = 0,2\%$ .

avons eu accès à des données très précises sur le marché de la fourniture des enrobés bitumineux. Or, il y a d'autres secteurs de l'industrie de la construction qui ont commandé de l'asphalte à ces compagnies lors de ces années dans la région de Montréal. Par exemple, les firmes d'ingénierie ont acheté leur asphalte des mêmes compagnies pour les contrats de réfection des routes du Ministère des Transports du Québec dans la région de Montréal et ces contrats ne sont pas répertoriés dans notre recherche. Pour toutes ces raisons, si on accepte l'hypothèse de la fin d'un équilibre collusif à Montréal en 2010, il y a de bonnes raisons de croire que celui-ci a infligé des dommages beaucoup plus considérables à la société que ce que suggère le cadre de ce mémoire.

## 7 Conclusion

Dans cette recherche, nous nous sommes inspirés de l'actualité au Québec dans les dernières années et avons cherché des indices de comportements collusifs dans le marché des enrobés bitumineux à Montréal dans les années 2000. Pour faire cette recherche, nous avons collecté des données sur tous les contrats dans ce marché à la Ville de Montréal et dans le même marché pour la Ville de Québec. Avec ces données, nous avons fait deux tests économétriques et une approche différence en différence pour tenter de trouver des preuves de collusion dans ces marchés.

En premier lieu, nous avons conduit un test d'indépendance conditionnelle. Ce test proposé par Bajari et Ye (2003) consiste à vérifier si les firmes déposent des soumissions corrélées entre elles lors des appels d'offres. Nous testons cela en regardant si les résidus d'une fonction de soumission pour les firmes sont corrélés par paires de firmes. Ce test nous a révélé que Montréal a plus de paires de firmes dont les résidus sont corrélés que la Ville de Québec. Ce test nous permet ainsi de conclure que Québec respecte plus une des conditions caractérisant un équilibre compétitif que Montréal. Toutefois, même si nous sommes conscients qu'empiriquement, aucune ville n'est parfaitement compétitive, ce test nous aide à justifier le choix de Québec comme ville plus compétitive que Montréal dans l'approche différence en différence. De plus, les paires de firmes qui ont majoritairement échoué à ce test à Montréal avaient été pointées du doigt à la Commission Charbonneau comme étant des firmes collusives, ce qui vient justifier l'emploi de ce test dans ce marché.

En deuxième lieu, nous avons effectué un test d'interchangéabilité. Ce test développé par Bajari et Ye (2003) consiste à vérifier si une permutation de nos variables de contrôle vient affecter de la même façon la soumission déposée par chacune des firmes. Après maintes tentatives, nous avons conclu que nous ne pouvions pas utiliser les résultats du test d'interchangéabilité pour pouvoir quantifier si un de nos deux marchés respecte plus un équilibre compétitif que l'autre. Il se peut que la nature des données recueillies ou la forme réduite imposée par cette recherche nous empêche d'avoir des résultats concluants à ce test. En troisième lieu, l'approche différence en différence nous a permis de recueillir une preuve supplémentaire du manque de compétition dans notre marché des enrobés bitumineux à Montréal et de faire une estimation sommaire des dommages imposés

aux contribuables par ce manque de compétition. En effet en prenant connaissance des allégations de la Commission Charbonneau, nous avons fait l'hypothèse que le marché de Montréal était moins compétitif que celui de Québec et qu'un bris structurel arrivé en 2010 était venu changer la dynamique de soumissions dans ce marché. Ces deux hypothèses ont été corroborées graphiquement et économétriquement. En effet, nous avons pu démontrer une baisse significative à un seuil de 1% du coût total unitaire de 21,15 \$ pour toutes les soumissions et de 18,92 \$ pour les soumissions gagnantes après le bris structurel de 2010. Cette diminution du prix des soumissions par rapport à notre point de comparaison plus compétitif, celui de la Ville de Québec, vient ajouter des preuves pour corroborer l'existence d'un équilibre collusif qui aurait existé à Montréal entre 2005 et 2009 dans le marché des enrobés bitumineux.

À la lumière de notre étude, il serait intéressant, pour de futurs chercheurs ou pour les autorités anti-collusion, de continuer à enquêter sur ce marché. En effet, nous n'avons pas été en mesure de calculer tous les dommages imposés aux contribuables par la présumée collusion dans ce marché pour les raisons mentionnées dans la section 6.5. Néanmoins, cette recherche tend à démontrer que la Ville de Montréal aurait au moins perdu une somme de 4,8 millions de dollars entre 2005 et 2009 pour le marché des enrobés bitumineux. Il serait donc pertinent de réutiliser la même méthodologie que celle de notre étude dans d'autres secteurs de l'industrie de la construction au Québec soupçonnés de pratiques collusives afin de chiffrer davantage les pertes liées à la collusion dans les années 2000.

## 8 Annexes

### A Exemple de tableau reçu de la part de la Ville de Québec

**APPEL D'OFFRES 41286**  
**FOURNITURE DE MÉLANGES BITUMINEUX ÉTÉ 2008**  
 Arrondissement des Rivières

Description des articles	Quantité T.M.	Pavage U.C.P. inc. 8096, rue Boyer Québec (Québec) G2K 1S9		CSL-Loma inc. 406, rue Desrochers Québec (Québec) G1M 1C2		Inter-Cité Construction Ltée 5700, rue des Tournelles Québec (Québec) G2J 1E4		CSL-Loma inc. 406, rue Desrochers Québec (Québec) G1M 1C2
		Prix unitaire (avant taxes)	Coût Total (avant taxes)	Prix unitaire (avant taxes)	Coût Total (avant taxes)	Prix unitaire (avant taxes)	Coût Total (avant taxes)	Prix unitaire de 2008 <sup>(2)</sup> (avant taxes)
EB-10C	630	73,00 \$	38 690,00 \$	76,25 \$	49 412,50 \$	73,00 \$	38 690,00 \$	48,30 \$
EB-10S	2650	66,00 \$	174 900,00 \$	71,45 \$	189 342,50 \$	68,25 \$	180 862,50 \$	47,45 \$
EB-14	730	67,00 \$	48 910,00 \$	69,45 \$	50 698,50 \$	68,25 \$	49 822,50 \$	48,75 \$
EB-20	60	58,00 \$	3 480,00 \$	59,14 \$	3 548,40 \$	59,50 \$	3 570,00 \$	46,50 \$
CH-10	10	85,00 \$	850,00 \$	79,25 \$	792,50 \$	80,00 \$	800,00 \$	48,65 \$
<b>Total :</b>			<b>266 830,00 \$</b>		<b>284 784,40 \$</b>		<b>273 745,00 \$</b>	
<b>Total (avec taxes)</b>			<b>301 184,36 \$</b>		<b>321 461,68 \$</b>		<b>308 989,67 \$</b>	
<b>Prix incluant le transport <sup>(1)</sup></b>			<b>317 146,15 \$</b>		<b>329 610,73 \$</b>		<b>334 937,28 \$</b>	
Commentaires		Conforme		Conforme		Conforme		

(1) Prix incluant la notion du coût du transport par la Ville à partir du site du fournisseur jusqu'au point central de réception de chaque secteur de la ville.

(2) Prix à la tonne sans ajustement pour le bitume.

### B Exemple de tableau reçu de la part de la Ville de Montréal

#### Ahuntsic-Cartierville

Firmes soumissionnaires	Total article 4	Total article 5
Construction DJL inc.	46 837,11 \$	101 936,72 \$
Usine d'asphalte Montréal-Nord inc.	---	99 754,38 \$
Les Pavages Chenail inc.	---	---
Bau-Val CMM	---	101 809,44 \$
Routek Construction inc.	49 412,58 \$	103 374,02 \$
Demix Construction, une division de Holcim (Canada) inc.	57 323,78 \$	104 119,06 \$
Louisbourg SBC, s.e.c. Division Simard-Beaudry Construction	---	---
La compagnie Meloche inc.	---	---
Dernière estimation	46 617,97 \$	110 111,23 \$

## C Critère de sélection des enrobés bitumineux, selon le ministère des Transports du Québec

### CRITÈRES DE SÉLECTION DES ENROBÉS

Enrobés formulés selon la méthode du Laboratoire des chaussées (MTQ 4202)

CRITÈRES ET PARAMÈTRES	TYPE D'ENROBÉ								
	GB-20	ESG-14	ESG-10	EG-10	SMA-10	EGM-10	EC-10	EC-5	ESG-5
<b>USAGES (1 : À éviter 2 : Adapté 3 : Recommandé)</b>									
Couche de base	3	2							3 <sup>(1)</sup>
Couche unique	1	3							
Couche de surface	1	2	3	3	3	3	1		
Couche de correction			2				3	3	
Rapiéçage mécanisé							3	2	
Rapiéçage manuel							3	3	
Correction d'ouvrage d'art			2				3 <sup>(1)</sup>	3 <sup>(1)</sup>	
Surface d'ouvrage d'art			3	2	3 <sup>(1)</sup>		1		
<b>PERFORMANCES* (1 : Médiocre 2 : Passable 3 : Bonne 4 : Très bonne 5 : Excellente)</b>									
Résistance à l'orniérage	5	4	4	4	5	4	2	1	1
Résistance à l'arrachement	2	3	4	4	4	2	3	4	N/A
Résistance à la fatigue	2	2	3	3	4	2	3	3	5
Résistance à la dégradation de fissures	1	2	3	3	4	2	3	3	4
Texture de surface (macrotecture)	3	3	4	5	5	5	2	1	1
Bruit (contact pneu-chaussée)	2	2	3	4	4	4	2	2	N/A
Capacité de support (selon l'épaisseur)	5	4	3	3	4	3	2	1	1
<b>MISE EN ŒUVRE (1 : Peu maniable 2 : Maniable 3 : Très maniable)</b>									
Maniabilité	1	2	3	3	2	2	3	3	3
<b>ÉPAISSEUR DE POSE</b>									
Minimale	80	60	40	40	30 <sup>(2)</sup>	35 <sup>(2)</sup>	20	10	25
Optimale	100	70	60	50	40	40	30	20	45
Maximale	120	80	70	60	50	50	40	30	60

\* La classe de bitume peut influencer la performance d'un enrobé.

(1) À un même contact SMA-10, selon le cas.

(2) Ajouter quant la pose de la membrane.

(3) Couche de base additionnée pour les chaussées à durée de vie prolongée.

(4) Si formulé avec des doses générales 0-3,5 mm et 0-10 mm, un épaisseur minimale peuvent être diminués de 5 mm.

juin 2012

## D Annexe de tous les tableaux

TABLEAU 17 – Montant adjudgé par année à Québec et à Montréal

Québec		Montréal	
Années	Montant	Années	Montant
2005	1 367 645 \$	2005	N.D.
2006	1 114 038 \$	2006	N.D.
2007	1 576 516 \$	2007	3 556 804 \$
2008	1 450 211 \$	2008	2 515 738 \$
2009	2 874 593 \$	2009	3 509 311 \$
2010	2 907 050 \$	2010	3 071 004 \$
2011	2 514 025 \$	2011	2 034 132 \$
2012	2 628 662 \$	2012	4 357 402 \$
2013	2 550 960 \$	2013	5 253 634 \$
Total	18 501 444 \$	Total	24 298 025 \$

TABLEAU 18 – Numérotation des firmes de la Ville de Québec

Identités des principales firmes dans le marché de Québec	
# de la firme	Nom de la compagnie
1	CSL-Loma inc.
2	Inter-Cité Construction ltée
3	Les Entreprises Lévisiennes inc.
4	P.E.B. ltée
5	Pavage Rolland Fortier inc.
6	Pavage U.C.P. inc.
7	Construction et Pavage Portneuf

TABLEAU 19 – Statistiques descriptives pour les firmes à Québec entre 2005 et 2013

No. firme	Nombre de soumissions gagnantes	Soumission moyenne	% des revenus du marché	Nombre de participations	% de la participation
1	25	302 282,40 \$	33,87%	54	26,09%
2	5	333 734 \$	11,91%	59	28,50%
3	0	400 599,7 \$	0,00%	8	3,86%
4	2	450 847,50 \$	4,34%	17	8,21%
5	0	168 714 \$	0,00%	5	2,42%
6	27	315 509,50 \$	47,48%	60	28,99%
7	1	364 967,10 \$	2,41%	4	1,93%

TABLEAU 20 – Numérotation des firmes de la Ville de Montréal

Identités des principales firmes dans le marché de Montréal	
# de la firme	Nom de la compagnie
1	Construction DJL
2	Simard-Beaudry inc.
3	Les Pavages Chenail inc.
4	Usine d'asphalte Montréal-Nord inc.
5	Hi-Tech Bauval
6	Demix Construction inc
7	Routek inc.
8	Bricon ltée
9	La Compagnie Meloche inc.

TABLEAU 21 – Statistiques descriptives pour les firmes à Montréal entre 2005 et 2013

No. firme	# de sou- missions gagnantes	Soumission moyenne	% des revenus du marché	# de partici- pations	% de la parti- cipation
1	524	32 296,36 \$	44,43%	914	29,29%
2	281	29 932,04 \$	20,11%	494	15,83%
3	151	50 333,29 \$	8,34%	373	11,95%
4	346	30 973,74 \$	14,64%	605	19,38%
5	116	53 768,71 \$	4,33%	213	6,82%
6	4	42 733,10 \$	0,47%	87	2,79%
7	36	31 135,46 \$	4,79%	244	7,82%
8	20	26 650,67 \$	2,41%	180	5,77%
9	7	47 703,10 \$	0,49%	11	0,35%

TABLEAU 22 – Variables de la fonction de soumission

$SOU_{i,t}$	Soumission totale d'une firme $i$ pour un appel d'offres $t$
$QTEE_{t,x}$	Quantité d'enrobés bitumeuse demandée pour un appel d'offres $t$ pour un arrondissement $x$
$SOU_{it} QTEE_{t,x}$	Coût total unitaire
$PRIX_{m,i,t}$	Prix unitaire soumis pour un type d'enrobé bitumineux $m$ par une firme $i$ pour un appel d'offres $t$
$CAP_i$	Capacité d'une firme à produire des enrobés bitumineux
$DIST_i$	Mesure de la distance entre l'usine d'enrobé bitumineux de la firme $i$ et le point central de réception de l'arrondissement
$CON_{i,x}$	Proportion du travail effectué avant l'enchère selon le montant des soumissions par une firme $i$ dans un arrondissement $x$ où le projet est localisé
BIT	Moyenne des prix du bitume brut pour la province du Québec
HHI	Indice Herfindhal dans nos deux marchés
WOULDBEHHI	Indice Herfindhal dans nos deux marchés sans la loi à Québec
Marteau	Variable dummy représentant le bris structurel de 2010
Montréal	Variable dummy représentant notre marché de Montréal
Interaction	Variable représentant l'interaction des variables Marteau et Montréal
$w_i$	Chocs de productivité sur les firmes
$\delta_t$	Contrôle pour les différences entre les enchères
$\epsilon_i$	Choc idiosyncratique $i$ qui reflète l'information privée de la firme

TABLEAU 23 – Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Québec avant le  
bris structurel

Firme	1	2	3	4	5	6	7
1		-0,3675	-0,1008	-0,159	-0,1189	-0,3641	-0,1193
2	36		-0,1019	-0,1607	-0,1201	-0,368	-0,1205
3	4	4		-0,0441	-0,0329	-0,1009	-0,0331
4	8	8	0		-0,052	-0,1592	-0,0522
5	4	4	0	0		-0,119	-0,039
6	36	36	4	8	4		-0,1194
7	4	4	1	3	0	4	

TABLEAU 24 – Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Québec après le  
bris structurel

Firme	1	2	3	4	5	6
1		-0,3311	-0,1206	-0,1870	-0,0593	-0,3421
2	17		-0,1420	-0,2202	-0,0698	-0,4029
3	3	4		-0,0802	-0,0254	-0,1467
4	5	9	2		-0,0394	-0,2275
5	1	1	0	0		-0,0721
6	18	23	4	9	1	

TABLEAU 25 – Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Montréal avant  
le bris structurel

firme	1	2	3	4	5	6
1		-0,2520	-0,2337	-0,3212	-0,2314	-0,1150
2	175		-0,1574	-0,2164	-0,1559	-0,0774
3	126	67		-0,2007	-0,1445	-0,0718
4	250	115	118		-0,1987	-0,0987
5	107	59	67	107		-0,0711
6	41	13	0	28	12	

TABLEAU 26 – Soumissions simultanées et coefficients de corrélation à Montréal après le bris structurel

firme	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		-0,1714	-0,1892	-0,2207	-0,2015	-0,2037	-0,2392	-0,1740	-0,0150
2	130		-0,0937	-0,1093	-0,0998	-0,1009	-0,1185	-0,0862	-0,0075
3	128	20		-0,1206	-0,1101	-0,1114	-0,1308	-0,0951	-0,0082
4	198	90	37		-0,1285	-0,1299	-0,1526	-0,1110	-0,0096
5	168	45	71	78		-0,1186	-0,1393	-0,1013	-0,0088
6	165	84	17	121	65		-0,1408	-0,1024	-0,0089
7	225	119	33	171	77	139		-0,1203	-0,0104
8	126	41	55	66	31	39	73		-0,0076
9	4	0	1	0	1	1	0	0	

TABLEAU 27 – Régression en différence sur les corrélations (r) à Québec

Test de différence au niveau de la corrélation entre les résidus pour la Ville de Québec	
Corrélation (r)	MCO
Bris	-0,00286 (-0,0374)
Échantillon	36
R <sup>2</sup>	0,1107

\*\*\*=p<0.01, \*\*=p<0.05, \*=p<0.1

La corrélation moyenne entre les résidus de 2005 à 2009 à Québec était de 0,1358 et de 2010 à 2013, de 0,1644.

TABLEAU 28 – Régression en différence sur les corrélations (r) à Montréal

Test de différence au niveau de la corrélation entre les résidus pour la Ville de Montréal	
Corrélation (r)	MCO
Bris	0,0609 (0,0207)***
Échantillon	51
R <sup>2</sup>	0,1501

\*\*\*=p<0.01, \*\*=p<0.05, \*=p<0.1

La corrélation moyenne entre les résidus de 2005 à 2009 à Montréal était de 0,1697 et de 2010 à 2013, de 0,1088.

## E Implication théorique du changement de structure dans la Ville de Québec

En 2010, la Ville de Québec a promulgué une loi interdisant à une firme de remporter plus de 3 appels d'offres lors d'une même année. Sachant qu'il y a 6 arrondissements, une firme ne peut donc pas espérer gagner plus que la moitié du marché à Québec. Nous nous sommes questionnés sur les implications théoriques que cette loi avait eues sur les comportements des soumissionnaires. Les firmes, avec cette loi, subissent maintenant une contrainte et celle-ci vient diminuer leur profit espéré pour tous les appels d'offres. Dans ce marché, le profit des firmes est fonction de deux éléments. Premièrement, les profits sont fonction du nombre d'arrondissements qu'une firme peut espérer emporter. Le marché de Québec est composé de grandes firmes et de petites firmes ; chacun de ces deux groupes aura une façon différente de réagir à cette loi. En effet, si on est une grande firme et qu'on a la capacité de remporter tout le marché (comme l'a fait la firme 1 en 2008), cette loi va venir réduire notre espérance de profit future. Donc, on pourrait penser que les grandes firmes vont soumissionner moins agressivement après la mise en vigueur de cette loi pour augmenter leur marge de profit par arrondissement. À l'opposé, si on est une petite firme, nous savons que nous n'avons pas les capacités de remporter plus qu'un ou deux arrondissements. Donc, cette loi ne viendra pas affecter notre comportement lors des soumissions, car en général, les petites firmes ne soumissionnent pas dans plus de 3 arrondissements.

Deuxièmement, les profits des firmes sont fonction de leurs coûts privés. Nous n'avons aucune information sur les coûts des firmes et donc sur leurs marges de profit par tonne d'asphalte. Par contre, nous observons que les firmes ne soumettent pas les mêmes prix unitaires par tonne d'asphalte pour chaque marché, donc elles ont des coûts différents pour chaque arrondissement et des marges de profit différentes pour chacun d'entre eux. Si on pose l'hypothèse d'un équilibre compétitif, les firmes ne soumissionnent qu'en fonction de leurs coûts privés et ignorent complètement la structure de coûts de leurs concurrents. Donc, dans un marché compétitif, ce changement ne devrait pas changer la façon de soumissionner des firmes, car cela ne change pas le fait qu'elles continuent de soumissionner seulement en fonction de leurs coûts privés.

De plus, d'un point de vue strictement théorique, le mécanisme d'enchères dans la Ville de Québec correspond à une enchère multiple, car les firmes soumis-

sionnent pour plusieurs lots en même temps. De plus, comme les firmes soumissionnent à chaque fois pour des arrondissements avec des caractéristiques propres, il s'agit d'une enchère multiple discriminatoire, car chaque lot à remporter est différent. Ce type d'enchère ne donne pas des résultats efficaces. En effet, Ausubel et Cramton (2002) démontraient que les lots dans ces enchères ne sont pas remportés par ceux qui ont la plus haute valorisation pour ceux-ci. Comme ce ne sont pas les firmes qui valorisent le plus les lots qui remportent l'enchère, il devient extrêmement difficile de faire un postulat théorique sur le comportement des firmes. Donc, pour analyser le changement que cette loi aurait pu avoir sur le comportement des firmes, nous nous baserons sur trois observations empiriques dans notre marché avant et après l'introduction de cette loi.

Premièrement, comme nous pouvons l'observer à la Figure 5 l'indice Herfindhal à Québec avant la promulgation de la loi reste sensiblement le même avant et après 2010. Plus encore, en 2012, si la loi n'avait pas été mise en place, la firme 6 aurait remporté tout le marché. Cela est un indice que les firmes, particulièrement les grandes firmes, dans ce marché, n'auraient pas changé leurs comportements. Deuxièmement, nous nous sommes intéressés au nombre de soumissionnaire par enchère avant et après la loi. En effet, s'il y a moins de soumissionnaires après la loi, cela peut laisser présager un marché moins compétitif, car des joueurs se retirent de celui-ci. Avant la loi, il y avait 3,69 soumissionnaires en moyenne par processus d'appel d'offres et après la loi, il y avait 3,46 soumissionnaires en moyenne par processus d'appel d'offres. Le changement de 0,23 soumissionnaire par enchère n'est pas très important, donc ce critère ne nous laisse pas présager un changement dans le comportement de soumissions des firmes. Troisièmement, la différence entre le plus bas soumissionnaire et le deuxième plus bas soumissionnaire (money on the table) est un bon indicateur du niveau de compétitivité des firmes dans un marché. Plus cette différence est faible, plus les firmes soumissionnent de façon rapprochée. Avant le passage de la loi, cette différence était de 4,12% et après la loi, de 3,13%. Donc, les soumissions sont plus rapprochées, ce qui laisse présager un marché légèrement plus compétitif. Somme toute, avec nos observations empiriques, nous ne sommes pas en mesure de démontrer que cette loi est venue diminuer la compétition dans ce marché après 2010. Comme il ne semble pas y avoir eu de changements dans le comportement des firmes après cette date, nous pouvons utiliser Québec comme un point de comparaison avec Montréal à cause de ses caractéristiques inchangées de 2005 à 2013.

## F Propriétés de l'équilibre

Selon deux hypothèses élémentaires, Lebrun (1999) et Maskin et Riley (2000a) démontrent avec trois théorèmes qu'un ensemble de fonctions de soumissions en équilibre existe et que ces fonctions sont strictement croissantes et différentiables.

Les deux hypothèses élémentaires qu'ils posent sont les suivantes :

-Hypothèse 1 : Pour tout  $i$ , la distribution des coûts  $F_i(\cdot)$  a un comme support  $[\underline{c}, \bar{c}]$  et la fonction de probabilité de densité  $f_i(\cdot)$  est continuellement différentiable selon  $c_i$ . -Hypothèse 2 : Pour tout  $i$ ,  $f_i(\cdot)$  est borné loin de zéro selon le support  $[\underline{c}, \bar{c}]$ .

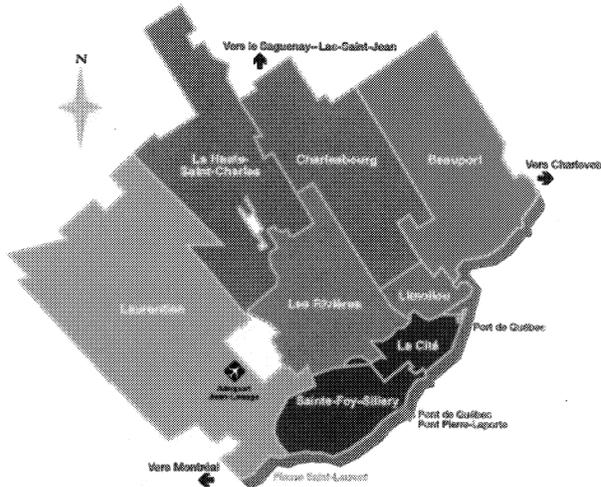
**Théorème 1 (Lebrun (1996), Maskin Riley (2000b))** Selon les hypothèses 1 et 2, il existe un équilibre en pure stratégie. Un équilibre en pure stratégie est une collection de fonctions de stratégies  $B_1, \dots, B_N$  qui maximisent les profits  $\pi_i$  de la firme en fonction de sa soumission  $b_i$  et de son coût  $c_i$ . De plus, cet équilibre de fonctions de soumission pour chaque soumissionnaire est strictement monotone et différentiable.

**Théorème 2 (Lebrun (1999), Maskin et Riley (2000a))** Selon les hypothèses 1 et 2, l'équilibre des fonctions de soumission inverse  $\phi_i(c_i)$  peut être caractérisé comme des solutions au système de  $N$  équations différentiables avec les frontières suivantes : (i) Pour tout  $i$ ,  $\phi_i(\bar{c}) = \bar{c}$   
(ii) Pour tout  $i$ ,  $\phi_i(\beta) = c$  pour une certaine constante  $\beta$

**Théorème 3 (Maskin & Riley (1996), Bajari (1997) et (2001), Lebrun (2000))** Selon les hypothèses 1 et 2, l'équilibre en pure stratégie est unique.

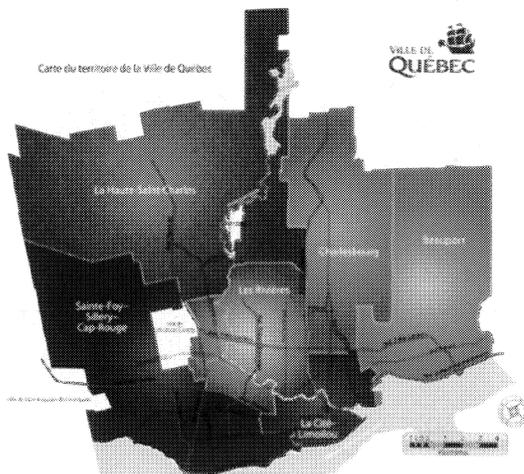
## 9 Figures

FIGURE 1 – Carte des arrondissements de la Ville de Québec avant la fusion



Source : Arrondissements-Plans, Découvrez Québec, À propos de la Ville, Ville de Québec, 2013, [<http://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/portrait/arrondissements/plans.aspx>], (25 octobre 2013)

FIGURE 2 – Carte des arrondissements de la Ville de Québec après la fusion



Source : Nous joindre, Bureaux d'arrondissements, À propos de la Ville, Ville de Québec, 2013, [[http://www.ville.quebec.qc.ca/docs/carte\\_quebec\\_nov09.pdf](http://www.ville.quebec.qc.ca/docs/carte_quebec_nov09.pdf)], (25 octobre 2013)



FIGURE 4 – Indice Herfindahl selon les années

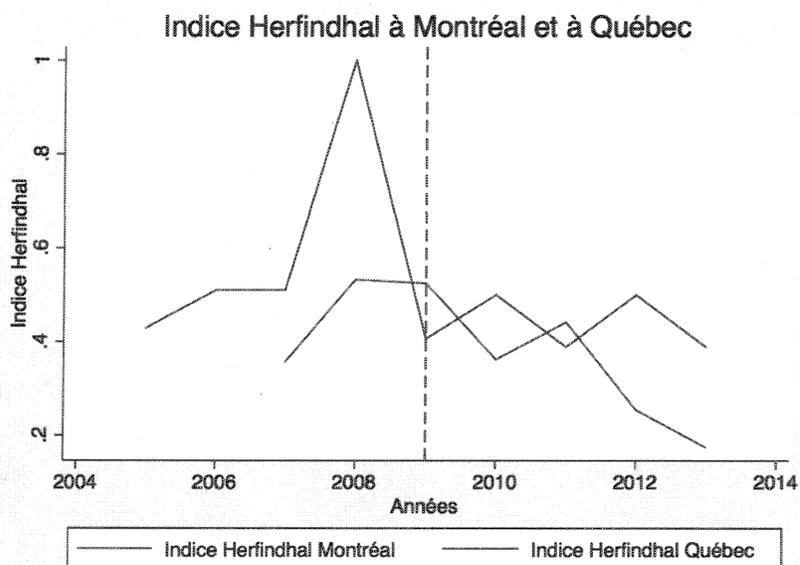


FIGURE 5 – Indice Herfindahl avec la loi et sans la loi à Québec

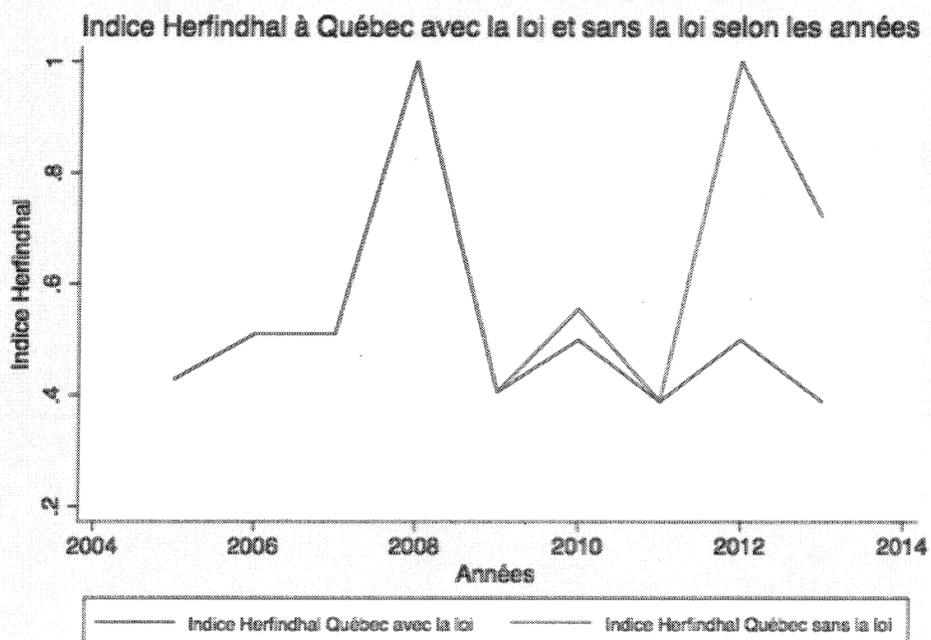


FIGURE 6 – Prix par tonne métrique selon les compagnies dans la Ville de Québec selon les années

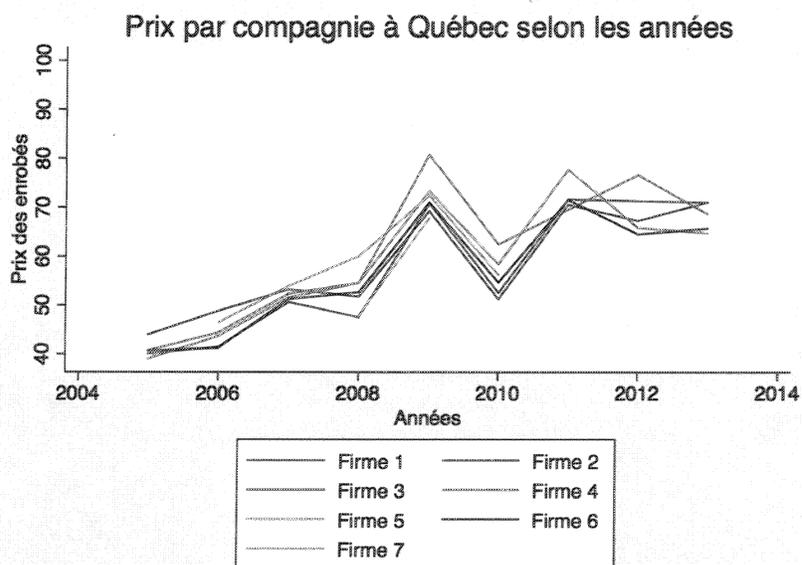


FIGURE 7 – Prix moyen des enrobés et du bitume à Québec

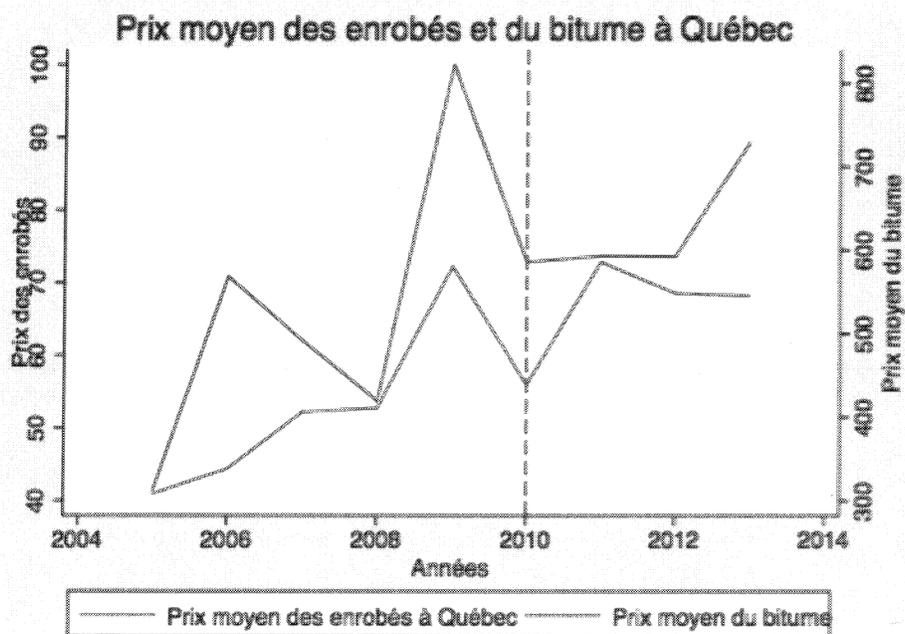


FIGURE 8 – Prix par tonne métrique selon les compagnies dans la Ville de Montréal selon les années

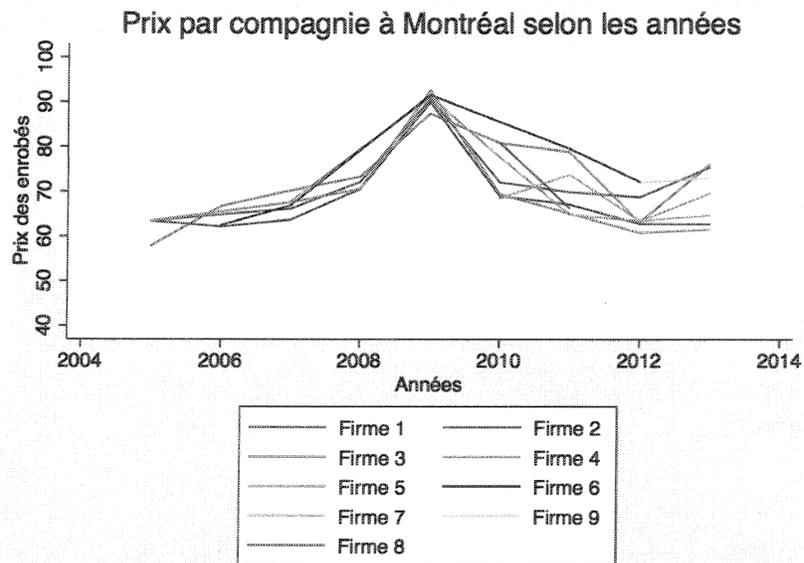


FIGURE 9 – Prix moyen des enrobés et du bitume à Montréal

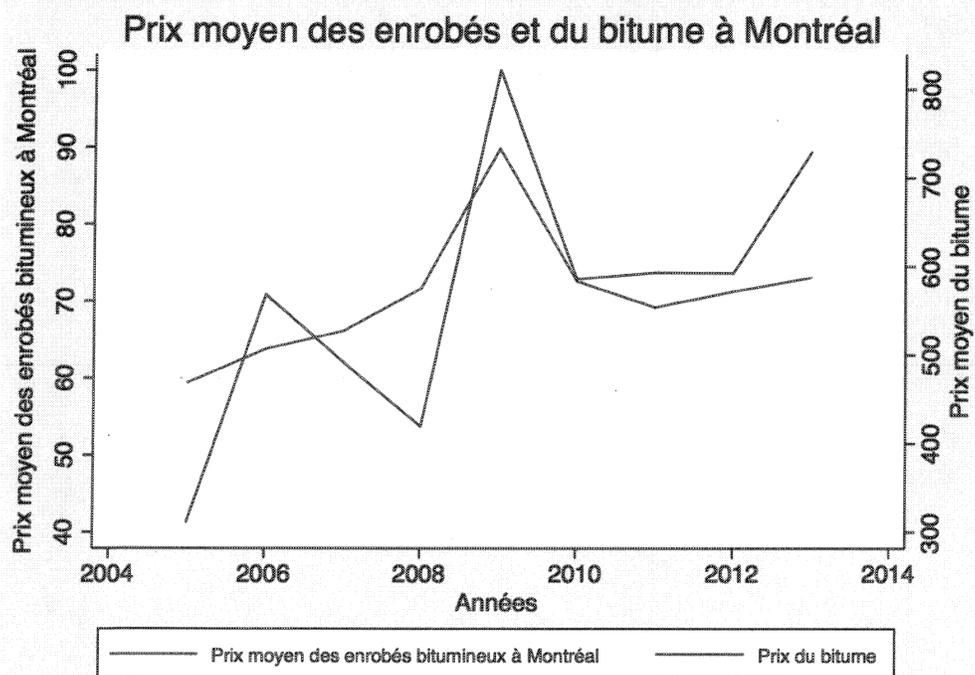
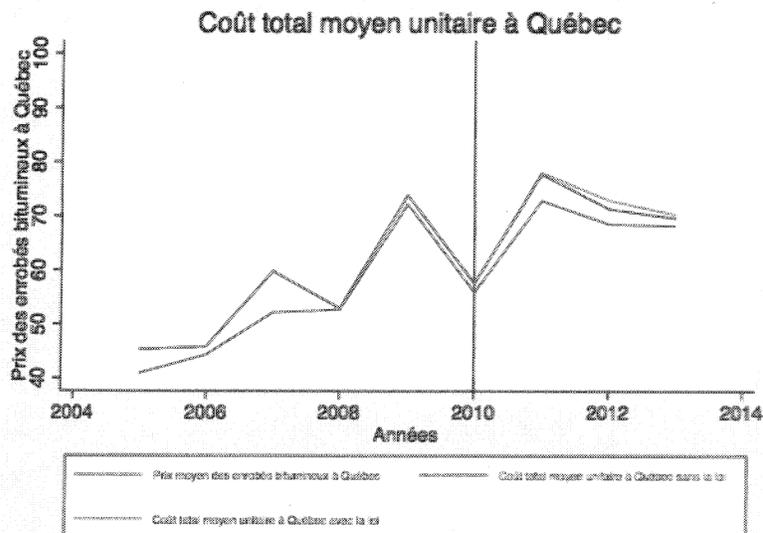
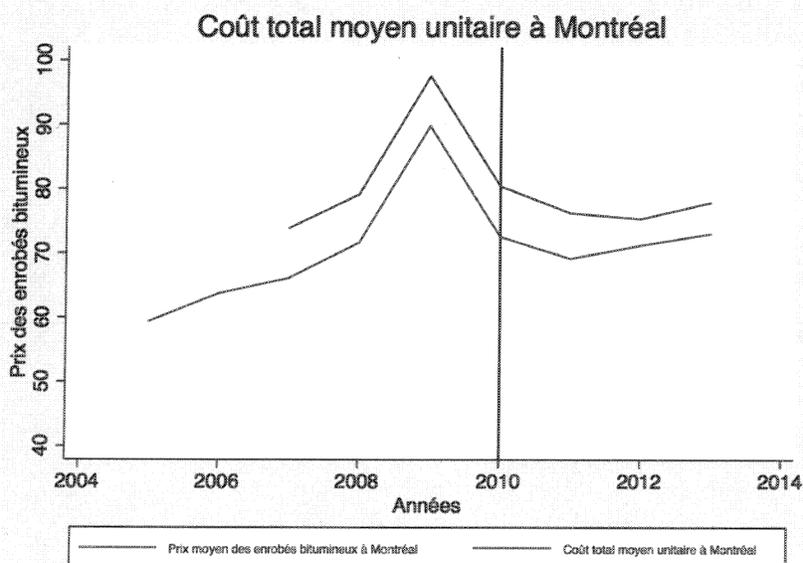


FIGURE 10 – Coût total moyen unitaire à Québec



À Québec, la différence moyenne entre le prix moyen des enrobés bitumineux et le coût total moyen est de 3,21\$.

FIGURE 11 – Coût total moyen unitaire à Montréal



À Montréal, la différence moyenne entre le prix moyen des enrobés bitumineux et le coût total moyen est de 9,34 \$.

FIGURE 12 – Prix moyen des enrobés à Québec et à Montréal

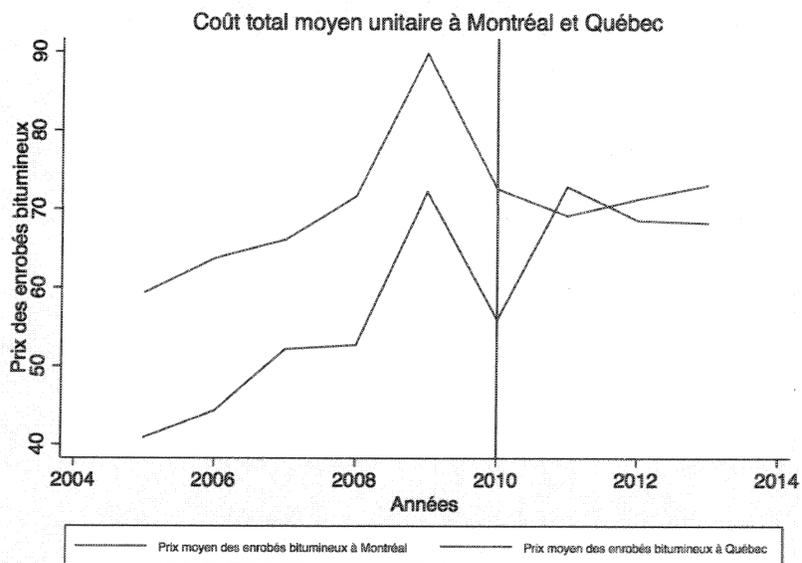
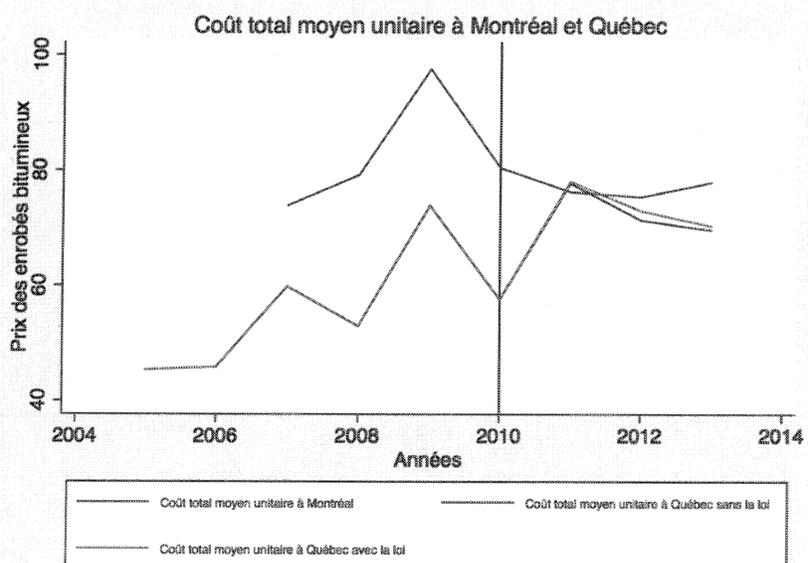


FIGURE 13 – Coût total moyen unitaire à Québec et à Montréal



## 10 Bibliographie

Angrist, Joshua D. et Pischke Jörn -Steffen, (2009) *Mostly Harmless Econometrics, An Empiricist's Companion*, Princeton University, Princeton University Press, 373 p.

Ausubel, Lawrence M., et Cramton, Peter (2002) *Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions*, University of Maryland, Journal of Economic Literature, 30 p.

Bajari, Patrick et Ye, Lixin, (2003) *Deciding between competition and collusion*, The Reviews of Economics and Statistics, Vol. 85, No. 4, p. 971-989

Bertrand, Marianne et al. (2004) *How much should we trust differences-in-differences estimates ?* The Quarterly Journal of Economics, 119 (1), p.249-275

Clark, Robert et Houde, Jean-François, (2012) *The effect of explicit communication on pricing : evidence from the collapse of a gasoline cartel*, HEC Montréal, Montréal, Québec et The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, CIRANO and CIRPEE 34 p.

*Demande d'accès à un document contenant des renseignements personnels*, Service du greffe et des archives, responsable du service de l'accès à l'information, Responsable de l'accès à l'information : Line Trudel, <http://www.ville.quebec.qc.ca/apropos>

[/viedemocratique/administration/chartelois/docs/accesformulaire.pdf](http://viedemocratique/administration/chartelois/docs/accesformulaire.pdf) [réf. du 20 juillet 2013]

*Demande d'accès à l'information*, Le Portail Officiel de la Ville de Montréal, Service aux citoyens, Responsable de l'accès à l'information : Me Yves Saindon, <http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?pageid=5798,39687582dad=portalschema=PORTAL> [réf. du 20 juillet 2013]

Denis, Marie-Maude et Gravel, Alain, (2009) *Collusion frontale : pratiques douteuses dans l'industrie de la construction*, Enquête, Société Radio-Canada, <http://www.radio-canada.ca/emissions/enquete/2009-2010/reportage.asp?idDoc=93395> [réf. du 22 juillet 2013]

*Faire affaire avec la Ville de Montréal*, SCARM, Direction de l'approvisionnement, Ville de Montréal, <http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docspage/librairiefr/documents/faireaffaireaveclaville.pdf> [réf. du 22 février 2014]

Harrington, Jr. Joseph E., (2005) *Detecting Cartels*, Department of Economics, Johns Hopkins University, Baltimore 58p.

Hay, George A., Kelley, Daniel, (1974) *An Empirical Survey of Price Fixing Conspiracies*, The University of Chicago Press for The Booth School of Business of the University of Chicago and The University of Chicago Law School, Journal of Law and Economics Vol. 17, No. 1, p. 13-38

Kovacs, Catherine, (2013) *La collusion dans le génie à Québec n'a cessé qu'à la fin 2011*, Société Radio-Canada, La Commission Charbonneau, <http://www.radio-canada.ca/societe/2013/09/04/001-commission-charbonneau-mathieu.shtml> [réf. du 22 septembre 2013]

*Informations sur l'utilisation des prix publics des bitumes*, Prix public des bitumes pour le mois d'octobre 2013, Année en cours, Résultats du Bitume, Bitume Québec, <http://www.bitumequebec.ca/assets/application/files/b591a5d4ad327f3file.pdf> [réf. du 13 août 2013]

Jakobsson, Maria, (2007) *Bid Rigging in Swedish Procurement Auctions*, Journal of Economic literature, Department of Economics, Stockholm University, p.1-41

Lebrun, Bernard, (1999) *First Price Auctions in the Asymmetric N Bidder Case*, Département d'économie de l'université Laval, International Economic Review, Vol. 40, No., p. 125-142

*Legal Proceedings -Asphalt cartel issue* (2013), Société Lemminkäinen, Interim report, Finlande, <http://www.lemminkainen.com/InvestorsLemminkainenasaninvestment/issue>

Maillette, L. (2013) *Opération Coche de la GRC : Tony Accurso est arrêté avec 4 autres personnes*, La Presse Canadienne, Huffington Post Québec, <http://quebec.huffingtonpost.ca/2012/08/09/tony-accurso-grc-operation-coche-grcn1759683.html>

Maskin, Eric et Riley, John, (2000) *Asymmetric Auctions*, Harvard University and University of California, Los Angeles, *The Review of Economic Studies*, Vol. 67, No. 3, p. 413-438

Normandin, Pierre, (2013) *Collusion à Montréal : jusqu'à 500 millions payés en trop*, La Presse, Commission Charbonneau, <http://www.lapresse.ca/actualites/montreal/201304/10/01-4639716-collusion-a-montreal-jusqua-500-millions-payes-en-trop.ph>

*Nous joindre*, Bureaux d'arrondissements, À propos de la Ville, Ville de Québec, <http://www.ville.quebec.qc.ca/docs/cartequebecnov09.pdf>, [réf. du 25 octobre 2013]

Pesendorfer, Martin, (2000) *A Study of Collusion in First-Price Auctions*, Yale University, *Review of Economic Studies*, p.381-411

Porter, Robert H., Zona, J. Douglas, (1993) *Detection of Bid Rigging in Procurement Auctions*, The University of Chicago Press, *Journal of Political Economy*, Vol. 101, No. 3, p. 518-538

Porter, Robert H., Zona, J. Douglas, (1999) *Ohio School Milk Markets : An Analysis of Bidding*, Northwestern University and NBER, RAND, *Journal of Economics*, p. 263-288

*Prix publics pour les bitumes - Contrats d'approvisionnement du MTQ*, Prix public du bitume pour les années 2005 à 2012, Archives, Résultats du Bitume, Bitume Québec, <http://www.bitumequebec.ca/assets/application/files1122ea30456a1e7file.pdf> [réf. du 13 août 2013]

Richer, Isabelle, (2013) *Collusion à Gatineau : les suspects habituels...*, Société Radio-Canada, La Commission Charbonneau, <http://www.radio-canada.ca/nouvelles/societe/2013/09/03/003-commission-reprise-lebel.shtml>

Richer, Isabelle, (2013) *Un cartel de l'asphalte s'est constitué en 2000*, selon Gilles Théberge, Société Radio-Canada, La Commission Charbonneau, <http://www.radiocanada.ca/nouvelles/societe/2013/05/23/002-theberge-charbonneau-entrepreneur.shtml> [réf. du 22 juillet 2013]

Rivière, François, (2008) *Guildes, monopoles et oligopoles dans la Normandie de la fin du Moyen Age : la réglementation des métiers est-elle hostile à la concurrence ?*, EHESS, *Entreprises et histoire*, Vol.3 n. 52, p. 39-41

Robitaille, Antoine, (2004) *Défusions : la vague se brise*, Le Devoir