



Titre: Analyse économétrique des effets de la présence d'entreprises étrangères sur le degré de concurrence du marché public québécois de la construction
Title:

Auteur: Adrien Ract
Author:

Date: 2017

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Ract, A. (2017). Analyse économétrique des effets de la présence d'entreprises étrangères sur le degré de concurrence du marché public québécois de la construction [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie.
Citation: <https://publications.polymtl.ca/2587/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/2587/>
PolyPublie URL:

Directeurs de recherche: Marcelin Joanis
Advisors:

Programme: Maîtrise recherche en génie industriel
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE DES EFFETS DE LA PRÉSENCE D'ENTREPRISES
ÉTRANGÈRES SUR LE DEGRÉ DE CONCURRENCE DU MARCHÉ PUBLIC QUÉBÉCOIS
DE LA CONSTRUCTION

ADRIEN RACT

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE INDUSTRIEL)

JUIN 2017

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE DES EFFETS DE LA PRÉSENCE D'ENTREPRISES
ÉTRANGÈRES SUR LE DEGRÉ DE CONCURRENCE DU MARCHÉ PUBLIC QUÉBÉCOIS
DE LA CONSTRUCTION

présenté par : RACT Adrien

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. BOURGAULT Mario, Ph. D, président

M. JOANIS Marcelin, Ph. D, membre et directeur de recherche

M. RICHARD Patrick, Ph. D, membre

DÉDICACE

À mes grands-parents qui sont ma source d'inspiration

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est l'aboutissement d'un travail d'un an et demi qui n'est pas seulement le résultat de ma propre personne. L'aide mais aussi l'appui reçu tout au long de mon travail m'ont permis de le mener à bien avec motivation et bonne humeur. J'aimerais ainsi remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à ce mémoire.

Marcelin Joanis, mon directeur de recherche, pour son accompagnement, sa direction et sa disponibilité qui m'ont permis d'avancer rapidement sur mon projet.

M. Mario Bourgault et M. Patrick Richard, respectivement directeur et membre du jury pour l'évaluation de mon mémoire de maîtrise.

Le CRIB et le CIRANO. En effet, le projet de recherche n'aurait pas pu exister sans l'appui de ces deux centres de recherches qui m'ont financé. Ils m'ont offert, en plus du soutien financier, un environnement de travail stimulant et permis de rencontrer de nombreuses personnes qui ont stimulé mes réflexions autour du projet.

Mes différents professeurs. Cette maîtrise couronne mon éducation académique. J'ai énormément apprécié apprendre à travers la passion que ces derniers ont pu me transmettre, de mon adolescence à maintenant.

M. Louis Magne, ingénieur Arts et Métiers, qui m'a offert une bourse d'études pour faciliter mon installation au Canada. Notre célèbre adage « Fraternité, c'est la nôtre devise » a pris tout son sens. Je n'oublierai pas ce geste et j'espère pouvoir un jour le reproduire.

Ma famille, qui depuis toujours m'a accompagné dans mes choix, m'a apporté sa confiance et un soutien indéfectible.

Mes amis ; Alix, Éric, Hugo, Jérôme, Julien, Louis, Lucie, Ludovic, Pierre(s), Stan et tant d'autres pour avoir fait de cette année et demie de travail un immense plaisir. J'en garderai pour sur des souvenirs indélébiles. Comme on a souvent pu le dire « c'est bon ça ! ».

RÉSUMÉ

Les marchés publics, qui représentent l'ensemble des contrats accordés par des organismes publics à des entreprises afin de se procurer des biens et des services, sont matière à de nombreuses études en raison de leur importance capitale dans le fonctionnement d'un pays (infrastructures, transports, défense, etc.), de leurs sources de financement (taxes, impôts ou dette) et des montants qui sont engagés. Ces spécificités impliquent qu'ils doivent être les plus transparents et efficaces possibles. Un des moyens pour assurer cette finalité est la présence d'une concurrence saine, intense et ouverte à l'international.

La question de la libéralisation des marchés publics et celle des facteurs favorisant la concurrence ont fait et font toujours l'objet de multiples études dans la littérature internationale et québécoise. Les études spécifiques au Québec mettent en avant deux grandes conclusions. Les firmes étrangères occupent une place minime voir quasi nulle malgré les nombreux accords de libéralisation dont le Québec est partie prenante et leur présence se caractérise principalement par la présence de filiales d'entreprises étrangères. Ce mémoire de maîtrise s'inscrit dans la continuité de ces travaux en proposant une analyse économétrique de la pénétration d'entreprises étrangères et de ses effets sur la concurrence à travers des données relatives au marché public québécois de la construction.

L'étape fondamentale de ce projet consiste en la création d'une base de données regroupant les informations de tous les contrats émis par le ministère des Transports du Québec et de toutes informations concernant les entreprises y ayant répondu. Un important travail de recherche est ensuite effectué afin d'enrichir cette base de données avant de la restructurer en vue de modélisations et d'analyses statistiques.

Ces dernières permettent alors de dresser un portrait, relativement positif, de la concurrence sur le marché public de la construction entre 2009 et 2015. La commission Charbonneau a notamment eu un impact positif sur le comportement des différents acteurs du secteur de la construction.

D'autre part, cette nouvelle approche met en évidence que la présence d'entreprises étrangères sur les appels d'offres renforce la concurrence de manière significative. Cette présence est principalement motivée par la proximité géographique, mais aussi par les montants engagés. Les firmes étrangères ne sont toutefois pas traitées au même titre que les entreprises québécoises dans le processus d'adjudication en ayant à un taux de succès moindre.

ABSTRACT

Public procurement, which represents every contract awarded by public institutions to companies for the allocation of goods and services, are subject to numerous studies due to their crucial importance in the functioning of a country (transport infrastructure, defence), their sources of financing (taxes or debt) and the amounts incurred. These specificities imply that they must be as transparent and efficient as possible. One of the means of achieving this goal is ensuring intense, fair and open competition.

Questions of public procurement liberalisation and of factors favouring competition have been and still are subject to many studies in International and Quebec literature. Specific studies in Quebec highlight two major findings. First of all, foreign firms occupy a minimal position despite the large number of liberalisation agreements in which Quebec is a stakeholder. Second of all, this foreign presence is mainly characterised by the participation of subsidiaries of foreign companies. The present project comes in continuity of such previous work: it offers an econometric analysis of the penetration of foreign firms and its effects on competition through data relating to Quebec's public construction procurement.

The main aspect of my Master's thesis consists in the creation of a database gathering information of all contracts issued by Quebec's Ministry of transportation as well as information concerning the firms that have responded to them. Substantial research is then conducted to extend this database before its restructuration for statistical analysis and modelling.

This analysis then allows to get a bigger – and rather favourable – picture of the competition present in public construction procurement between 2009 and 2015. The Charbonneau commission has played a role in this, as it positively impacted the behaviour of various actors in the sector.

Furthermore, this new approach shows that the presence of foreign firms on bids significantly strengthens competition. Such presence is primarily motivated by geographical proximity and by the amounts committed. However, foreign firms face a lower success rate than Quebec firms, implying a bias against them in the bidding process.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT	VI
TABLE DES MATIÈRES	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	XI
LISTE DES FIGURES.....	XIII
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XVI
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	6
2.1 L'ouverture des marchés publics à l'international	6
2.1.1 Accord des marchés publics.....	6
2.1.2 La concurrence dans les marchés publics	8
2.1.3 La transparence dans les marchés publics.....	9
2.1.4 Évolution de l'offre lors d'une ouverture des marchés publics à l'international	11
2.2 Modélisations existantes dans la littérature.....	15
2.2.1 Effet d'un biais domestique dans les marchés publics.....	15
2.2.2 La libéralisation des marchés publics, vecteur d'une plus forte présence étrangère..	17
2.2.3 Conclusion.....	19
CHAPITRE 3 CADRE INSTITUTIONNEL	20
3.1 Le marché public québécois de la construction	20
3.1.1 Les contrats considérés.....	20
3.1.2 Le secrétariat du conseil du trésor (SCT).....	20

3.1.3	Cadre légal et réglementaire.....	21
3.1.4	Typologie des modes de passation et d'attribution	22
3.2	Accords encadrant le marché public québécois de la construction	27
3.2.1	Principes	27
3.2.2	Les accords.....	28
3.3	Conclusion.....	31
CHAPITRE 4 MODÉLISATIONS STATISTIQUES.....		32
4.1	Généralités.....	32
4.2	Régression linéaire multiple.....	33
4.2.1	Généralités.....	33
4.2.2	Évaluation de la qualité de la régression	35
4.2.3	Validation de la régression.....	35
4.3	Régression sur données de panel.....	39
4.3.1	Les données de panel.....	39
4.3.2	Modèle à effet individuel	42
4.3.3	Tests de spécification	46
4.3.4	Synthèse : choix de la modélisation	48
4.4	Régression logistique binomiale	49
4.4.1	Généralités.....	49
4.4.2	Évaluation de la régression	50
4.4.3	Estimation des paramètres de la régression.....	54
4.5	Conclusion.....	55
CHAPITRE 5 CRÉATION DES BASES DE DONNÉES.....		56
5.1	Le système électronique d'appel d'offres du gouvernement du Québec	56

5.1.1	Présentation générale.....	56
5.1.2	Les données	57
5.1.3	Données utiles	61
5.2	Registraire des entreprises du Québec	62
5.2.1	Présentation générale.....	62
5.2.2	Les données	63
5.2.3	Données utiles	64
5.3	Enrichissement et réorganisation de la base de données.....	66
5.3.1	Processus de création de nouvelles variables	66
5.3.2	Hypothèses sous-jacentes aux variables mises en place	70
5.3.3	Réorganisation de la base de données	74
CHAPITRE 6	ANALYSE DES TENDANCES.....	81
6.1	Portrait de la concurrence.....	81
6.1.1	Évolution temporelle du budget du MTQ	81
6.1.2	Mode d’octroi des contrats du MTQ.....	83
6.1.3	Origine des soumissionnaires.....	89
6.2	Les constats à retenir	95
CHAPITRE 7	RÉSULTATS DES RÉGRESSIONS.....	96
7.1	Caractérisation de l’intensité de la concurrence.....	96
7.1.1	Présentation du modèle de régression	96
7.1.2	Résultats obtenus.....	99
7.1.3	Analyse de robustesse	104
7.2	Déterminants du taux de succès des entreprises.....	107
7.2.1	Présentation du modèle de régression	107

7.2.2	Résultats obtenus.....	109
7.3	Régression logistique binomiale	114
7.3.1	Présentation du modèle de la régression	114
7.3.2	Résultats obtenus.....	117
CHAPITRE 8	CONCLUSION	124
8.1	Réponses aux objectifs.....	124
8.1.1	Portrait de la concurrence.....	124
8.1.2	Influence positive des entreprises étrangères	124
8.1.3	Distance	125
8.2	Utilités et extensions possibles.....	125
8.2.1	Promouvoir la libéralisation des marchés publics.....	125
8.2.2	Méthodologie transposable	125
8.3	Limites de l'étude et avenues futures de recherche.....	126
8.3.1	Critiques	126
8.3.2	Axes d'amélioration	126
8.3.3	Avenues futures de recherche	127
BIBLIOGRAPHIE		128
ANNEXES		131

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Propositions résultant des études de BRMBT (Shingal, 2015)	16
Tableau 2.1 Accord de libéralisation des marchés publics, seuils d'application de 2016	28
Tableau 2.2 Seuil de l'AMP pour la construction entre 2012 et aujourd'hui.....	30
Tableau 3.1 Exemple de données de panels.....	40
Tableau 3.2 Matrice de confusion	50
Tableau 3.3 Interprétation des valeurs prises par l'AUC (Rakotomalala, 2011).....	53
Tableau 4.1 Données utiles à l'analyse ou à la construction de variables et justification sommaire	62
Tableau 4.2 Catégorisation des contrats de construction par montant.....	68
Tableau 4.3 Exemple de la base de données du SEAO.....	74
Tableau 4.4 Exemple de la base de données créées	75
Tableau 4.5 Synthèse des variables présentes dans la base de données par contrat.....	78
Tableau 4.6 Exemple de la structure en panel mis en place.....	79
Tableau 4.7 Synthèse des variables présentes dans la base de données en panel	80
Tableau 5.1 Profil des entreprises qui ont soumissionné pour des contrats avec le MTQ sur la période 2009-2015.....	90
Tableau 5.2 Répartition en pourcentage des soumissionnaires et adjudicataires selon l'origine de l'entreprise par catégorie.....	92
Tableau 6.1 Description de la variable dépendante.....	97
Tableau 6.2 Description des variables continues	97
Tableau 6.3 Description des variables catégoriques	98
Tableau 6.4 Critères de qualité du modèle	99
Tableau 6.5 Tableau des résultats du modèle de régression multiple	101
Tableau 6.6 Description des variables dépendantes.....	105

Tableau 6.7 Synthèse de l'analyse de robustesse	106
Tableau 6.8 Description de la variable dépendante.....	107
Tableau 6.9 Description des variables explicatives de la modélisation	108
Tableau 6.10 Tableau des résultats du modèle de régression en panel	111
Tableau 6.11 Présentation de la variable dépendante	115
Tableau 6.12 Description des variables continues	116
Tableau 6.13 Description des variables catégoriques	116
Tableau 6.14 Critères de qualité du modèle logistique	117
Tableau 6.15 Matrice de confusion	118
Tableau 6.16 Optimisation de la régression logistique binomiale	118
Tableau 6.17 Comparaison entre le modèle optimisé et non optimisé.....	118
Tableau 6.18 Tableau des résultats du modèle de régression logistique.....	120
Tableau 6.19 Effet de la proximité géographique sur la probabilité de présence d'entreprises étrangères	122
Tableau C. 1 Proportion de soumissions où la distance a pu être calculée	139
Tableau C. 2 Mots clés utilisés pour catégoriser par type les contrats du SEO	143
Tableau D. 1 Présentation de la variable " affiliation "	148
Tableau D. 2 Présentation des variables pour les consortiums hors Québec	148
Tableau D. 3 Classification des entreprises	149
Tableau F. 1 Nombre d'observations supérieures au seuil par critère utilisé.	153

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Évolution du prix de l'enchère gagnante en fonction du nombre de soumissionnaires (variable NUMBIDS)	9
Figure 1.2 Impact d'une plus grande transparence : effet sur la demande (Evenett & Hoekman, 2005).....	10
Figure 1.3 Effet d'une politique discriminatoire en faveur des producteurs nationaux lorsque la demande du gouvernement est plus faible que l'offre nationale (Evenett & Hoekman, 2005)	13
Figure 1.4 Effets d'une politique discriminatoire en faveur des producteurs nationaux lorsque la demande du gouvernement est plus forte que l'offre nationale (Evenett & Hoekman, 2005)	14
Figure 1.5 Équation de (Bajari & Ye, 2003)	18
Figure 2.1 Structure des contrats à exécution sur demande	26
Figure 2.2 Processus d'attribution des contrats de construction pour les organismes publics	27
Figure 3.1 Processus de modélisation statistique	32
Figure 3.2 Droite de Henry des résidus (P-P plot)	36
Figure 3.3 Droite de Henry des résidus (Q-Q plot).....	36
Figure 3.4 Variance constante (Institute for Digital Research and Education, s.d)	36
Figure 3.5 Test de Breusch - Pagan pour tester l'hétéroscédasticité des résidus sous STATA.....	37
Figure 3.6 Courbes ROC	52
Figure 4.1 Extrait de la base de données du SEAO	57
Figure 4.2 Capture d'écran de la fenêtre de recherche du registraire des entreprises du Québec ..	63
Figure 4.3 Résultat de la recherche sur le registraire des entreprises	65
Figure 4.4 Résultat de la recherche pour la compagnie EUROVIA CANADA INC.	65
Figure 5.1 Évolution de certains éléments du PQI, 2013-2023 à 2016-2026, en millions de \$ - extrait de Bourque (2016)	81
Figure 5.2 Évolution de l'enveloppe du MTQ associée aux contrats de construction.....	82

Figure 5.3 Mode d'octroi des contrats de construction en pourcentage	83
Figure 5.4 Proportion de contrats accordés par AOP, par catégorie par année.....	84
Figure 5.5 Proportion de contrats accordés par AOI, par catégorie par année	85
Figure 5.6 Proportion de contrats accordés par gré à gré, par catégorie par année.....	85
Figure 5.7 Évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres (contrats de catégorie 2)	86
Figure 5.8 Évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres (contrats de catégorie 3)	87
Figure 5.9 Évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres (contrats de catégorie 4)	88
Figure 5.10 Évolution du nombre de soumissionnaires moyen par type de projet (contrats de catégorie 3 et 4)	89
Figure 5.11 Ecart entre l'adjudication et la soumission pour les entreprises hors Québec	91
Figure 5.12 Structure de propriété des firmes hors Québec ayant remporté des contrats de construction	91
Figure 5.13 Ecart entre l'adjudication et la soumission pour les entreprises hors Québec – Catégorie 3 et 4	92
Figure 5.14 Proportion de participation d'entreprises filiales d'entreprises canadiennes parmi les firmes hors Québec.....	93
Figure 5.15 Participation des entreprises filiales d'entreprises canadiennes dans les soumissions et dans l'adjudication parmi les firmes dites hors Québec	94
Figure 5.16 Proportion de participation d'entreprises filiales d'entreprises internationales parmi les firmes hors Québec.....	94
Figure 6.1 Significativité des paramètres estimés	99
Figure 6.2 CV en fonction du nombre de soumissionnaires	103
Figure 6.3 Significativité des paramètres estimés	110

Figure 6.4 Courbe ROC de notre modèle.....	117
Figure 6.5 Significativité des paramètres estimés	119
Figure A. 1 Test de Hausmann.....	132
Figure A. 2 t de student corrigé.....	133
Figure A. 3 Résultat du test d'hétéroscédasticité	133
Figure A. 4 Résultat du test d'autocorrélation inter-individus.....	134
Figure A. 5 Résultats STATA du test d'autocorrélation intra-individus	134
Figure C. 1 Capture d'écran de l'itinéraire calculé sur Google Maps.....	141
Figure C. 2 Capture d'écran de la page web affichée après la requête	141
Figure C. 3 Schéma du processus de création de nouvelles variables	145
Figure F. 1 Analyse des résidus de Student présentant des valeurs anormalement élevées	153
Figure F. 2 Appel d'offres pour le contrat n°386603 (issu du SEO)......	154

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACCQO	Accord de commerce et de coopération entre le Québec et l'Ontario
ACI	Accord sur le Commerce Intérieur
AECG	Accord Économique et Commercial global
ALEC	Accord de Libre Échange Canadien
AMF	Autorité des Marchés Financiers
AMP	Accord des marchés publics
AO	Appel d'offres
AOI	Appel d'offres sur invitation
AOP	Appel d'offres public
AQNB	Accord de libéralisation des marchés publics du Québec et du Nouveau-Brunswick
AQNY	Accord intergouvernemental sur les marchés publics entre le gouvernement du Québec et le Gouvernement de l'État de New York
AUC	Area under curve
CCRIT	Contrats conclus relatif aux infrastructures de transport
CEIC	Commission d'Enquête sur l'Industrie de la Construction
CI	Coefficient interquartile
CIRANO	Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations
CS	Commission scolaire
CV	Coefficient de variation
DT	Direction territoriale
FMI	Fond Monétaire International
GàG	Gré à Gré
i.i.d	indépendante et identiquement distribuée

IRDE	Institute for D igital R esearch and E ducation
IREC	Institut de R echerche en É conomie C ontemporaine.
LCOP	L oi sur les c ontrats des o rganismes p ublics
MCG	M oindres c arrés g énéralisés
MCO	M oindres c arrés o rdinaires
MCQG	M oindres c arrés q uasi- g énéralisés
MRC	M unicipalité r égionale de c omté
MTQ	M inistère du T ransport du Q uébec
NEQ	N uméro e ntreprise du Q uébec
OMC	O rganisation M ondiale du C ommerce
PQI	P lans q uébécois d' i nvestissement
REQ	R egistre des e ntreprises q uébécoises
ROC	R eceiver o perating characteristic
SCT	S ecrétariat du c onseil du t résor
SEAO	S ystème é lectronique d' a ppel d' o ffres
TNO	T erritoire n on o rganisé
UNSPSC	U nited N ations S tandard P roducts and S ervices C ode
VIF	V ariance i nflation f actor

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – COMMANDES STATA.....	132
ANNEXE B – DÉTAILS SEAO.....	135
ANNEXE C – CONSTRUCTION DES VARIABLES.....	138
ANNEXE D – REGISTRE DES ENTREPRISES.....	146
ANNEXE E – MESURE DE DISPERSION	151
ANNEXE F – ANALYSE DE SENSIBILITÉ	153
ANNEXE G – ANALYSE DE ROBUSTESSE	155

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

L'économie mondiale a connu de grands changements au cours des trois dernières décennies. Devenue maintenant interconnectée et interdépendante, elle a modifié la structure des échanges avec une baisse considérable des coûts de transport et de communication (Lemoine, Madies, & Madies, 2013). Cette nouvelle vague du phénomène de mondialisation a accentué l'interpénétration des marchés nationaux à travers des flux de biens et de services de plus en plus importants. Les gouvernements ont favorisé cette ouverture des économies en abolissant des mesures protectionnistes ou en adoptant leur législation. Ces successions de mesures ont été prises afin d'assurer un environnement de marché concurrentiel équitable entre les différents pays (Falvey, La Chimia, Morrissey, & Zgovu, 2008).

Ce mémoire se focalisera uniquement sur les effets et les déterminants de l'ouverture des marchés publics qui constituent selon Chassin et Joanis (2010) l'ensemble des « contrats accordés par les administrations publiques à des entreprises pour se procurer des biens et des services ». Les marchés publics jouent un rôle considérable dans l'économie des pays à la fois développés et en développement. La part des marchés publics dans le PIB des pays développés, est estimée en moyenne entre 15 et 20% (Anderson & Kovacic, 2009). Ils comprennent entre autres des dépenses en infrastructures publiques, santé, défense ou encore en télécommunication. Il va sans dire que ces dépenses affectent directement le bien-être des citoyens. En effet, ces dernières, au travers d'investissements raisonnés, permettent aux entreprises de fonctionner (réseau de transport, de communication, fourniture d'intrants essentiels) et aux citoyens de s'éduquer, se soigner, se déplacer, etc. Le développement de l'économie et des technologies couplé à la dégradation des infrastructures oblige les pouvoirs publics à se procurer continuellement de nouveaux biens et services en vue de répondre le mieux possible aux besoins d'intérêt général, mais aussi de s'adapter à l'évolution de ces derniers.

Néanmoins, les marchés publics représentent l'une « des activités des administrations les plus exposées au gaspillage, mais aussi à la fraude et à la corruption en raison de leur complexité, de l'ampleur des flux financiers qu'ils génèrent et de l'interaction étroite entre le secteur public et le

secteur privé » (Chong, Staropoli, & Yvrande-Billon, 2013). L'efficacité¹ des marchés publics repose donc sur deux principes distincts, mais parfois interdépendants qui sont de prévenir la corruption dans l'administration publique et la collusion chez les fournisseurs (Anderson & Kovacic, 2009). Nombreux sont les articles dans la littérature économique qui mettent en avant ces deux principes et les moyens pour les prévenir ou encore les détecter. Cependant, Anderson et Kovacic (2009) soulignent le fait que la promotion de la concurrence dans les marchés publics n'a jamais retenu une attention particulière alors qu'elle est vitale à son bon fonctionnement. La promotion de la concurrence passe par plusieurs canaux : (1) l'ouverture des marchés publics (2) et l'ajustement des lois et règlements (Falvey et al., 2008).

La question de la libéralisation des marchés publics revient sans cesse sur le devant de la scène lors des réunions de l'OMC depuis 1979². Les arguments en faveur d'une ouverture des marchés publics à l'international sont nombreux et les bénéfices pour les parties prenantes semblent considérables en termes de marchés potentiels et de réformes internes des lois et des règlements nuisant à son bon fonctionnement (collusion, corruption) (Falvey et al., 2008). Toutefois, ces bénéfices sont atteints dans des conditions précises. En effet, dépendamment de la structure de marché, des conditions de l'offre domestique et de la demande gouvernementale, la libéralisation des marchés peut avoir des effets positifs, mais aussi négatifs sur l'augmentation du bien-être des citoyens (Evenett & Hoekman, 2005). Un point qui fait consensus est que la libéralisation ouvre la voie à une concurrence plus forte dans les appels d'offres. Cette concurrence est nécessaire pour plusieurs raisons qui sont d'obtenir un prix raisonnable et conforme aux travaux réalisés ou encore de limiter les interactions répétées entre fournisseurs qui pourraient favoriser la collusion (Gupta, 2002).

Néanmoins, les gouvernements craignent de perdre le contrôle d'un des derniers secteurs où il a encore son mot à dire (Maltais, 2011). Comme l'a montré la crise économique de 2008, les gouvernements ont augmenté leurs dépenses publiques pour relancer la croissance domestique (augmentation de la demande gouvernementale et adaptation de l'offre domestique) (Fonds

¹ « Critère évaluant la satisfaction des besoins de la société dans son ensemble. » (Caillaud, 2001)

² Historique de l'AMP, https://www.wto.org/french/tratop_f/gproc_f/gp_gpa_f.htm consulté le 05/04/2016

Monétaire International, 2014). Ainsi, libéraliser les marchés publics ferait perdre à l'État un des leviers d'action qu'il a sur son économie intérieure.

Au Québec, plusieurs scandales ont éclaboussé le marché public de la construction au cours des quarante dernières années. Ces scandales ont toutefois permis des ajustements de la réglementation. La crise la plus récente date de 2011 avec la mise en place de la Commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction (CEIC). On peut citer deux autres commissions d'enquête précédentes sur cette industrie, la Commission d'enquête sur l'exercice de la liberté syndicale dans l'industrie de la construction mise en place en 1974 (Sexton, 1989) et la Commission d'enquête sur les dépassements de coûts et de délais du chantier de la Société Papiers Gaspésia de Chandler mise en place en 2005 (Lesage, Bouchard, & Sexton, 2005).

Toutes ces commissions d'enquête montrent que le secteur de la construction est un secteur qui a connu des problèmes d'ordres divers, mais, qui par le fait même, fait l'objet de réflexions soutenues pour promouvoir l'intégrité des marchés publics. Ainsi, dans le cadre de la CEIC, soixante recommandations ont été proposées pour endiguer les problèmes de collusion et de corruption au sein de l'industrie de la construction. Parmi ces mesures ou recommandations, certaines d'entre elles mettent l'accent sur la promotion de la concurrence et sont appuyées par un rapport du CIRANO de Boulenger et Joanis (2015). Ce rapport écrit dans le cadre de la CEIC s'est intéressé aux conditions favorisant la concurrence dans les procédures d'attribution des contrats publics. Un des leviers permettant de promouvoir la concurrence est l'ouverture des marchés aux soumissionnaires étrangers. Ainsi, le rapport s'est notamment attaché à décrire et quantifier les effets d'une ouverture des marchés.

La réflexion s'était alors portée sur les marchés publics de la construction et du génie et avait montré une très faible présence des entreprises hors Québec (0,5% des appels d'offres publics en construction et 0,3% en génie architecture). Plusieurs explications ont été avancées pour expliquer ces faibles pourcentages. Tout d'abord, l'industrie de la construction requiert une production locale, une forte main-d'œuvre et une grande demande en matériaux, ce qui explique en partie pourquoi cette industrie reste relativement orientée vers le marché domestique. Ces spécificités font que l'établissement à l'étranger est la solution préférée, mais est aussi souvent une nécessité pour des contrats à l'international (Grosso et al., 2008). D'autre part, l'analyse ne prenait en compte que les entreprises dont le siège social (leur adresse d'affaires) était hors du Québec, mais pas celles

qui avaient un bureau au Québec (filiales) et menait donc potentiellement à une sous-estimation des pourcentages obtenus. Une étude plus approfondie de la structure de propriété des firmes semblait donc nécessaire.

Dans cette optique, Boulenger et Joanis (2016) ont poursuivi leur première étude de 2015 en prenant compte, cette fois-ci, les filiales d'entreprises canadiennes ou internationale. Leur objectif était d'avoir un portrait plus fidèle de la pénétration étrangère sur le marché public québécois de la construction. L'étude s'est appuyée sur les données de 2015 et a montré que la présence étrangère (filiales étrangères et canadiennes) dans le marché public de la construction reste faible pour les contrats de construction (5,4% des appels d'offres publics en construction), mais est beaucoup plus importante pour les contrats de services (35,3% des appels d'offres publics en génie architecture) (Boulenger & Joanis, 2016). Ainsi, la présence étrangère se manifeste principalement par l'intermédiaire de filiales sur le marché public de la construction.

Les deux études menées par Boulenger et Joanis (2015, 2016) ont un point commun, elles sont des analyses descriptives de bases de données. Elles ne permettent donc pas de comprendre et connaître ce qui détermine la présence ou non d'entreprises étrangères sur les appels d'offres. Plus largement, elles ne permettent pas de dire si la présence d'entreprises étrangères a un rôle positif sur le processus d'attribution des contrats.

Ici se situe notre problématique. Ainsi, nous souhaitons proposer une nouvelle approche concrète en utilisant conjointement les bases de données du SEAO et du registre des entreprises québécoises afin de répondre à notre objectif général qui est de développer des modèles statistiques qui permettraient de quantifier les paramètres influençant la concurrence, mais aussi ses effets sur le marché public québécois de la construction.

Cet objectif général se décline en trois sous objectifs qui sont les suivants **(A)** caractériser l'intensité de la concurrence et ses déterminants **(B)** déterminer les facteurs influençant le taux de succès des entreprises **(C)** déterminer les facteurs influençant la présence d'entreprise étrangère dans les appels d'offres.

Ce mémoire de maîtrise se divise en six parties principales.

Dans le deuxième chapitre, une revue de la littérature scientifique sera présentée. Elle s'attardera notamment sur l'effet de l'ouverture des marchés publics à l'international.

Au troisième chapitre, nous présenterons le cadre institutionnel qui régit le marché public québécois de la construction.

Le quatrième chapitre abordera les différentes modélisations statistiques qui seront utilisées pour répondre à nos objectifs de recherche.

Le cinquième chapitre servira à présenter la construction des bases de données.

Le sixième et le septième chapitre présenteront respectivement une analyse des tendances issues des bases de données et les résultats issus des régressions.

CHAPITRE 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Ce premier chapitre est consacré à établir la revue de littérature de notre sujet. Tout d'abord, nous aborderons les effets théoriques de la libéralisation des marchés publics. Puis, nous présenterons des modélisations statistiques issues de la littérature explicitant certains déterminants dans la passation des marchés publics.

2.1 L'ouverture des marchés publics à l'international

La concurrence dans les marchés publics peut, à la fois, être seulement entre firmes domestiques ou avec la présence de firmes étrangères. La participation des firmes étrangères est régie par un certain nombre d'accords bilatéraux ou encore plurilatéraux. Ces accords œuvrent en faveur d'une ouverture des appels d'offres « aux entreprises des territoires visés par ces accords » (Chassin & Joanis, 2010). Elle est fonction principalement des montants seuils des contrats par secteur, seuils fixés lors des négociations commerciales.

2.1.1 Accord des marchés publics

L'ouverture des marchés publics n'a pas été aussi rapide que les marchés privés mondiaux. Les discussions sur cette thématique ont été nombreuses au sein de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et ont notamment permis la création en 1994 de l'accord des marchés publics (AMP) qui promeut l'ouverture mutuelle des marchés publics entre ses signataires. L'accord interdit l'utilisation de mesures discriminatoires à l'égard des fournisseurs étrangers et aborde différents aspects des procédures de passation des marchés. (Geloso Grosso, Jankowska, & Gonzales, 2008). Cet accord est plurilatéral, c'est-à-dire que tous les membres de l'OMC ne sont pas signataires. Nous nous intéresserons dans cette synthèse plus particulièrement à cet accord dont le Canada est signataire et à ses effets.

Actuellement, seuls 47 pays sont signataires de cet accord, ce qui reste relativement faible par rapport au nombre de pays membres de l'OMC³ (soit 28%). Néanmoins, de nombreux pays souhaitent le rejoindre. Pour ces derniers, il est intéressant d'analyser ce qui les encourage à adhérer

³ Liste des Membres et Observateurs : https://www.wto.org/french/thewto_f/whatis_f/tif_f/org6_f.htm

à l'AMP. Ainsi, des auteurs ont mis en place une analyse coûts-bénéfices détaillée présentant les avantages et inconvénients à rejoindre l'accord (Anderson, Pelletier, Osei-Lah, & Müller, 2011). Tandis que d'autres se sont intéressés davantage aux effets de la libéralisation des marchés publics sur l'efficacité de ces derniers (Anderson & Kovacic, 2009).

L'accession à l'AMP semble conférer de nombreux avantages aux pays : promotion et renforcement des pratiques de bonne gouvernance (transparence et procédure équitable) mais aussi renforcement de la concurrence (valorisation de l'argent public). Ces accessions permettraient d'agrandir considérablement la taille des marchés publics mondiaux accessible. En 2011, la taille des marchés publics des pays ayant fait vœu de rejoindre l'AMP et étant accessible sous ce dernier est estimée entre 121G\$ et 312 G\$ de dollars courants. Cette somme est considérable et représente un énorme marché potentiel pour les entreprises faisant déjà partie de l'AMP. Tandis que pour les entreprises des pays souhaitant rejoindre l'AMP, la taille du marché potentiel est estimée à 1 600 G\$ en 2008 (Anderson et al., 2011). Dans cette perspective, faire partie de l'accord semble être réciproquement bénéfique pour les entreprises localisées dans les territoires visés par celui-ci.

Au-delà de l'augmentation de la taille des marchés potentiels résultant de la libéralisation des marchés publics, il est intéressant de se pencher sur d'autres avantages ou inconvénients qu'engendre une accession à l'AMP. Ces derniers varient en fonction des pays et dépendent bien entendu de leurs intérêts. En effet, rejoindre l'accord peut être vu comme une solution pour renforcer la concurrence dans son marché intérieur mais aussi pour avoir accès à des expertises et des technologies non disponibles dans son pays (Anderson & Kovacic, 2009).

Cependant, des craintes se font sentir quant à la libéralisation des marchés publics. En effet, rejoindre un accord oblige les gouvernements à se conformer aux exigences de l'accord (adaptation de sa législation ou de ses règlements). Dans le cadre des négociations de l'Accord Économique et Commercial Global Canada-Europe (AECG), le rapport de recherche de l'IREC publié en 2011 avait pointé du doigt qu'une libéralisation des marchés publics québécois pouvait nuire au développement local et régional du Québec (Maltais, 2011). Le Québec fait face à un problème d'occupation du territoire dû à deux phénomènes : une faible densité démographique ainsi qu'un exode rural. Pour contrer ce problème, le gouvernement québécois a mis en place des mesures de rétention des travailleurs. La conclusion de l'accord a conduit à faire des concessions sur ces mesures. Cet exemple est relativement intéressant puisqu'il permet de mettre en avant que, suivant

les spécificités des pays, un accord peut obliger un pays à modifier des règlements qui vont à l'encontre de sa politique ou de son développement. Néanmoins, se conformer aux obligations des accords peut être vue comme un outil pour conduire certaines réformes nécessaires sur les marchés intérieurs (procédures standardisées, revu des règlements entravant volontairement ou involontairement la concurrence, promotion de la transparence, etc.) (Anderson et al., 2011) et (Anderson & Kovacic, 2009).

2.1.2 La concurrence dans les marchés publics

La présence de la concurrence dans les appels d'offres des marchés publics présente de nombreux avantages. Elle permet, en effet, de faire tendre les prix vers le coût marginal qui est lui-même minimisé tout en étant vecteur d'innovation et d'amélioration continue (Anderson & Kovacic, 2009). Ainsi, il est aisé de comprendre qu'une faible concurrence se traduit par une augmentation notable des prix et donc une perte de bien-être des citoyens. Une étude sur l'effet de la collusion sur les prix de poissons congelés⁴ a montré que la collusion augmentait d'environ 20% les prix (Froeb, Koyak, & Werden, 1993). En utilisant ce constat, il peut être estimé, que sans collusion, c'est à dire avec concurrence, que les prix pourraient chuter du même ordre de grandeur (Anderson & Kovacic, 2009). La concurrence semble ainsi indispensable pour assurer l'efficacité des marchés publics à la fois en termes de coûts et de qualité. L'évolution des prix corrèle ainsi avec le nombre de soumissionnaires (Gupta, 2002). L'auteur considère que le marché peut être considéré comme concurrentiel à partir d'un certain nombre de soumissionnaires. Il met en place des variables qui semblent influencer le prix de la soumission gagnante avant de mettre en place un modèle économétrique afin de déterminer le nombre de soumissionnaires à partir duquel l'appel d'offres (AO) est dit compétitif (X^*). L'étude concerne le secteur de la construction des autoroutes en Floride et met en avant que le nombre de soumissionnaires minimum devrait être de 8 pour que l'AO tirent les bénéfices de la concurrence. La Figure 2.1 est tirée de l'article de Gupta et illustre que le prix de la soumission gagnante est une fonction décroissante du nombre de soumissionnaires jusqu'à un niveau X^* , niveau à partir duquel le marché devient concurrentiel.

⁴ Il s'agit ici des poissons congelés achetés pour le compte du département de la défense américaine au début des années 80. L'entente collusoire qui avait impliqué cinq firmes avait alors durée près de 10 ans.

If $NUMBIDS < X^*$, then $BID1X = NUMBIDS$.
 If $NUMBIDS < X^*$, then $BID2X = 0$.
 If $NUMBIDS \geq X^*$, then $BID1X = X^*$.
 If $NUMBIDS \geq X^*$, then $BID2X = (NUMBIDS - X^*)$.

FIGURE 1
The Spline

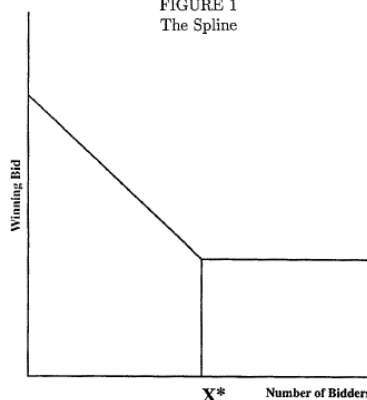


Figure 2.1 Évolution du prix de l'enchère gagnante en fonction du nombre de soumissionnaires (variable NUMBIDS) ⁵

2.1.3 La transparence dans les marchés publics

La transparence dans les marchés publics est essentielle. Celle-ci permet à tous les soumissionnaires ou toute autre personne intéressée de s'assurer que l'acheteur public fournit librement toutes les informations relatives à l'appel d'offres et qu'il respecte le principe d'égalité de traitement des soumissionnaires afin de favoriser la concurrence et donc minimiser les coûts.

La transparence représente ainsi un des thèmes prédominants dans les négociations au sein de l'AMP. En effet, elle représente un des points critiques dans le processus d'appel d'offres. Lorsque des pratiques opaques environnent ce processus, des pertes importantes peuvent survenir pour le gouvernement⁶. Si ce dernier ne fait pas les dépenses adéquates pour assurer un processus d'appel d'offres transparent, les soumissionnaires potentiels peuvent être réticents à proposer une offre. En

⁵ La variable $BID1X$ capte l'effet d'une entrée supplémentaire jusqu'à ce que le marché atteigne un seuil concurrentiel. La variable $BID2X$ représente le segment concurrentiel du marché et manifeste l'effet d'une nouvelle entrée dans un marché totalement concurrentiel.

⁶ La mise en place de procédure transparente a permis d'économiser en Colombie près de 47% sur certains biens militaires (Anderson & Kovacic, 2009)

effet, des coûts supplémentaires devront être engagés par les firmes pour obtenir de l'information. Parallèlement, le prix payé pour le bien ou le service va augmenter. De ce fait, un système plus transparent permet aux pouvoirs publics de faire des économies. Néanmoins, il est important de noter que la « non-transparence » peut aussi être utilisée comme un outil stratégique par les états dans le but de favoriser les firmes domestiques et donc de lutter contre l'ouverture des marchés publics à la concurrence internationale (Evenett & Hoekman, 2005).

À l'instar des prédictions de (Anderson, Pelletier, Osei-Lah, & Müller), Evenett et Hoekman montrent que des procédures plus transparentes ont tendance à augmenter le bien-être national en permettant des économies. Toutefois, ils montrent qu'il n'y a pas d'effets clairement identifiés concernant les effets d'un processus plus transparent sur l'accès des firmes étrangères aux marchés publics domestiques. Partant d'un cas limite où aucune firme étrangère ne soumissionnerait à cause des procédures opaques, les auteurs étudient l'effet de l'établissement de procédures transparentes. Ils montrent que l'accès aux marchés peut être amélioré dans certaines conditions (demande des organismes publics plus importante que l'offre domestique) ou ne pas l'être (demande des organismes publics plus faible que l'offre domestique) (Evenett & Hoekman, 2005).

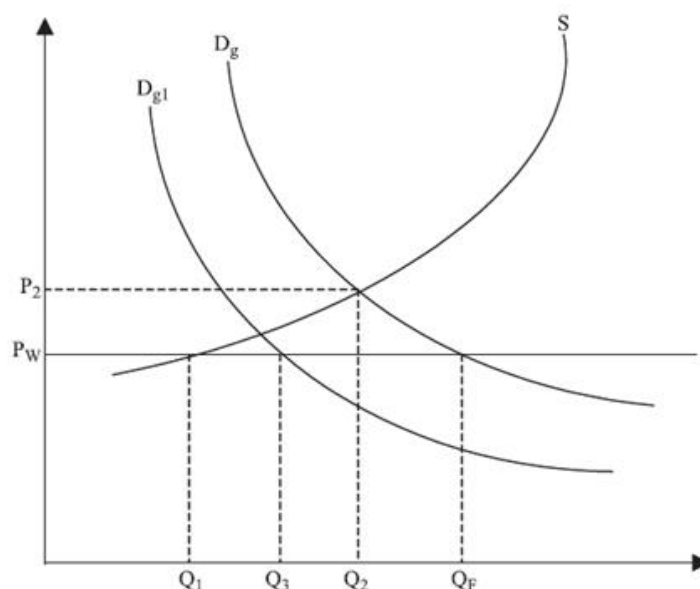


Figure 2.2 Impact d'une plus grande transparence : effet sur la demande (Evenett & Hoekman, 2005)

Le graphique de la Figure 2.2 tiré de l'article de Evenett et Hoekman montre les effets d'une amélioration de la transparence dans le processus d'attribution des marchés publics. Pour

déterminer l'effet sur la demande du gouvernement, il suppose que les firmes étrangères ne répondent pas aux appels d'offres si le système est opaque car le coût pour surmonter la contrainte informationnelle est trop élevé. Lorsque le système est opaque, la firme domestique vend au prix P_2 une quantité Q_2 et les firmes étrangères ne vendent rien au gouvernement. Lorsque la procédure devient transparente, il y a une réaffectation des dépenses publiques (car les coûts deviennent moins importants, la demande D_g passe à D_{g1}) et les firmes étrangères ont désormais accès au marché. Le gouvernement a accès au prix mondial (P_w) et achète désormais Q_3 . Les firmes domestiques ne pouvant offrir que Q_1 à P_w , les importations passent alors de 0 à $[Q_3 - Q_1]$. Néanmoins, cet effet peut être différent et dépend de la position de la demande D_{g1} par rapport à S . En effet, si l'intersection des courbes d'offre et de demande se situe en dessous de P_w , alors il n'y aura pas d'amélioration de l'accès au marché.

Ces observations théoriques concernant la transparence mettent en évidence que l'accès aux marchés publics par des firmes étrangères est interdépendant des conditions de l'offre domestique et de la demande du gouvernement. Ces conditions sont donc à mettre en relief avec l'analyse coûts-bénéfices de (Anderson et al., 2011) et les effets de la libéralisation de (Anderson & Kovacic, 2009). Rejoindre l'AMP encourage les pratiques de bonne gouvernance comme l'instauration de procédures transparentes, néanmoins, elles ne garantissent pas nécessairement un meilleur accès des firmes étrangères aux marchés publics domestiques accessibles.

2.1.4 Évolution de l'offre lors d'une ouverture des marchés publics à l'international

Pour mettre en relief les études de Anderson et Kovacic (2009); Anderson et al. (2011) présentées en 2.1.1 et 2.1.3, les travaux de Evenett et Hoekman (2005) sont utilisés. Leur étude part de l'hypothèse qu'avant signature de l'AMP, les pays se fournissent uniquement à partir d'entreprises nationales. Ils étudient l'évolution de l'offre domestique et des prix après l'ouverture à la concurrence internationale en mesurant le volume des importations. Ils considèrent un cadre de

concurrence parfaite en équilibre partiel⁷, mais se focalisent à la fois sur les effets à court terme et à long terme. Ce long horizon temporel permet de prendre en compte les effets de l'ouverture des marchés sur l'entrée ou la sortie de firmes (Evenett & Hoekman, 2005).

Les effets d'une politique discriminatoire en faveur des producteurs nationaux dépendent de l'offre domestique et de la demande des organismes publics. Deux cas se présentent. Si la demande des organismes publics est plus faible que l'offre domestique, une politique discriminatoire n'aura pas d'effet sur les prix et les quantités produites. La Figure 2.3 illustre ce premier cas. En l'absence de politique discriminatoire, les consommateurs domestiques (fonction de demande $D_T - D_G$) et le gouvernement (fonction de demande D_G) paient le prix mondial du bien ou du service (P_W). L'instauration d'un biais domestique n'aura aucun effet sur les prix, la quantité importée et la quantité produite par les firmes domestiques (S_H). En effet, toutes les firmes étrangères qui fournissaient le gouvernement peuvent fournir les consommateurs domestiques. En d'autres termes, les consommateurs domestiques qui sont abandonnés par les firmes domestiques peuvent se fournir auprès des firmes étrangères. L'élimination du biais permettra au gouvernement de se fournir auprès de firmes étrangères mais il n'aura pas d'incitation à changer de fournisseur car le prix restera à P_W . Ainsi, il est raisonnable de dire que dans ce cas précis, la libéralisation des marchés n'apporte aucun des avantages énoncés précédemment (Anderson et al., 2011).

⁷ L'équilibre partiel est celui qui s'établit sur le marché d'un produit en considérant que tous les prix des autres produits, des facteurs de production, donc des revenus, sont donnés et ne changent pas. (<http://public.iutenligne.net/economie/simonnet/parfait/organisation/section1.html>)

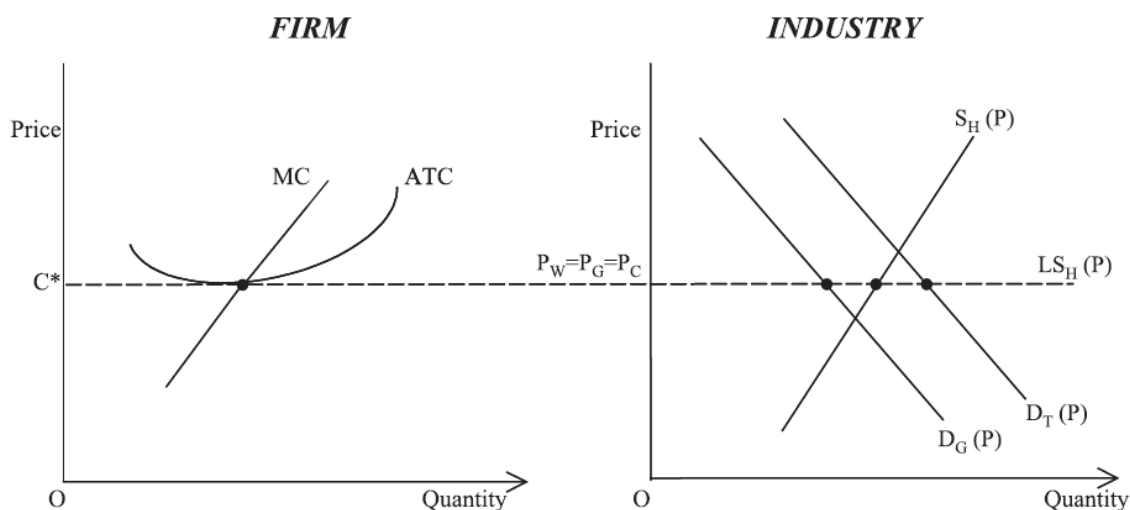


Figure 2.3 Effet d'une politique discriminatoire en faveur des producteurs nationaux lorsque la demande du gouvernement est plus faible que l'offre nationale (Evenett & Hoekman, 2005)

Néanmoins, dans un cas où la demande des organismes publics est supérieure à l'offre domestique, la discrimination à l'égard des firmes étrangères aura des effets non négligeables. Les effets sont illustrés dans la Figure 2.4. En effet, la discrimination aura pour conséquence une augmentation des prix à court-terme (de P_W à P_G , point D du graphique), donc une réduction du bien être national. Étant donné que $P_G > P_W$, les achats du gouvernement diminueront alors que la production domestique augmentera pour satisfaire la demande du gouvernement (de S_H à S_{H^2}). Parallèlement, l'augmentation des prix, donc du profit des entreprises, encourage la venue de nouvelles firmes domestique sur le marché. La concurrence devient ainsi plus rude et les prix retrouvent leurs niveaux initiaux à long terme (P_W). Le principal effet à long terme est le changement du volume de la production domestique, déterminé par la demande du gouvernement pendant la période de discrimination (sur les graphiques du point A au point B). Il en résultera une réduction des importations (de AC à BC). Si les mesures discriminatoires sont supprimées, le prix ayant déjà retrouvé son niveau, il n'y aura pas de changement quant à l'accès des firmes étrangères aux marchés publics domestiques car l'offre domestique correspond au moins à la demande du gouvernement.

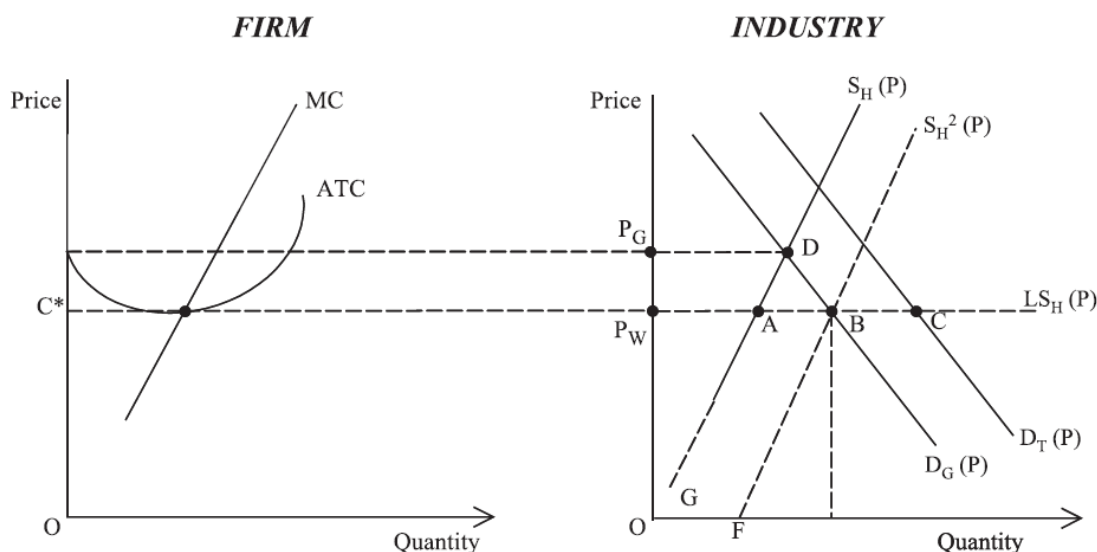


Figure 2.4 Effets d'une politique discriminatoire en faveur des producteurs nationaux lorsque la demande du gouvernement est plus forte que l'offre nationale (Evenett & Hoekman, 2005)

Les résultats obtenus par les auteurs sont à mettre en perspective avec l'article de Anderson et al en 2011. En effet, on constate que les effets d'une libéralisation des marchés peuvent être bénéfiques sur le plan des marchés potentiels et des réformes internes mais que cette dernière peut avoir des effets contraires à ceux attendus du fait de la structure de l'offre domestique et de la demande du gouvernement.

L'étude de Evenett et Hoekmann se base sur une structure de marché précise qui était un marché en concurrence parfaite avec un équilibre partiel. Les résultats énoncés sont donc propres à cette structure de marché. Il est à noter que la structure de marché joue un rôle important sur les flux de commerce et la spécialisation internationale (Trionfetti, 2000). En effet, lorsqu'un gouvernement se fournit exclusivement à partir d'entreprises nationales qui bénéficient de rendement d'échelle croissant en concurrence monopolistique, les volumes du commerce et de la spécialisation internationale sont affectés. Ceci est moins marqué dans les secteurs en concurrence « parfaite » (Trionfetti, 2002). De plus, Trionfetti montre qu'une politique d'achat public biaisée en faveur des firmes domestiques peut avoir des conséquences différentes suivant les secteurs étudiés « cela peut engendrer une baisse des importations et une augmentation de la production nationale, ou bien rester sans aucun effet sur les spécialisations et le commerce » (Trionfetti, 2002). De fait, les

conclusions de Evenett et Hoekmann sont limités mais elles permettent de mettre en évidence les effets de l'offre et de la demande sur l'accès aux marchés publics.

Ainsi, même si les arguments en faveur de la libéralisation des marchés publics sont nombreux, il apparaît que les effets sont complexes et dépendants de multiples facteurs comme l'offre domestique, la demande du gouvernement, la structure de marché, les secteurs considérés ou encore les réformes passées. Les effets d'une libéralisation des marchés publics mis en avant précédemment reposent sur des travaux à la fois théoriques et analytiques. Ils montrent qu'une libéralisation des marchés publics n'a pas nécessairement les effets escomptés à savoir principalement une augmentation du bien-être des citoyens résultant de la diminution du prix d'acquisition des biens ou des services pour l'État. Néanmoins, la littérature s'appuyant sur des analyses économétriques concernant la libéralisation des marchés publics est pauvre comparée à la littérature théorique ou analytique. On retrouve quelques modèles macroéconomiques et microéconomiques. Ces derniers permettent de confirmer de nombreuses analyses et d'en relativiser d'autres.

2.2 Modélisations existantes dans la littérature

2.2.1 Effet d'un biais domestique dans les marchés publics

Shingal propose une analyse économétrique macroéconomique d'un biais domestique dans les marchés publics (Shingal, 2015). L'étude propose à partir d'observations chiffrées sur les achats publics du Japon et de la Suisse entre 1990 et 2003 de voir quels sont les paramètres macroéconomiques influençant ces achats mais aussi de tester les prédictions de Baldwin, Richardson, Miyagiwa, Brulhart et Trionfetti (BRMBT). Leurs prédictions portent sur l'inefficacité de la discrimination dans les marchés publics dans une configuration oligopolistique, puis dans les marchés publics concurrentiels monopolistiques. Shingal synthétise leurs prédictions en quatre propositions. On retrouve notamment les prédictions théoriques en proposition 1 et 2 de Baldwin et Richardson confirmées par Evenett et Hoekmann en 2005 à partir d'une étude analytique. Ces hypothèses sont traduites mathématiquement et sont testées dans un modèle économétrique afin de vérifier ou non leur bon fondement.

Tableau 2.1 Propositions résultant des études de BRMBT (Shingal, 2015)

1	Lorsque la demande du gouvernement est faible par rapport à la production domestique, les importations sont indépendantes du niveau d'accès des firmes étrangères aux marchés publics domestiques <i>Baldwin, Richardson (1972)</i>
2	Lorsque la demande du gouvernement est grande par rapport à la production domestique, un biais domestique induit une réduction des importations <i>Baldwin, Richardson (1972)</i>
3	Si le bien est différencié, un biais domestique peut augmenter les importations <i>Miyagiwa (2003)</i>
4	Dans un cadre de concurrence monopolistique, dépendamment de la taille de la demande du gouvernement par rapport à l'offre domestique, un biais domestique peut réduire les importations. <i>Brulhart et Trionfetti (2004)</i>

Les résultats issus du modèle économétrique sont intéressants. En effet, les hypothèses de BRMBT sont confirmées à partir des données des deux pays étudiés. L'analyse économétrique appuie donc les travaux de Baldwin, Richardson, Miyagiwa, Brulhart et Trionfetti mais aussi ceux de Evenett et Hoekmann présentés plus haut. Comme il l'est mentionné dans l'article de Shingal, il s'agit ici de la première fois que ces hypothèses trouvent une justification statistique.

D'autre part, l'auteur se propose de tester les hypothèses macroéconomiques suivantes qui semblent être acceptées par la communauté dans un autre modèle économétrique à savoir que la propension à accorder des contrats publics à des firmes étrangères (plutôt que les entreprises nationales) augmente si les entrepreneurs nationaux potentiels sont moins productifs par rapport à leurs homologues étrangers, lorsque l'économie locale est forte, lorsque la monnaie locale est forte, en dehors des cycles électoraux nationaux et après l'AMP.

Les résultats de ce modèle mettent en avant de nouvelles conclusions. Contrairement aux résultats des travaux de Anderson et al. (2011) présenté en 2.1.1, l'adhésion à l'AMP n'a eu aucune influence sur la participation de firmes étrangères dans les marchés publics. Au-delà de cet accord, l'ensemble des variables macroéconomiques utilisées (taux de croissance, taux de change) ou politiques (cycles électoraux) ont aussi un rôle statistiquement non significatif. Cette étude permet de dire que les pays se focalisent quasi-exclusivement sur la différence de productivité entre les entreprises nationales et étrangères pour attribuer un marché. Il n'y a pas comme on pourrait le penser, un biais domestique lors des périodes de ralentissement économique.

Quoi qu'il en soit la libéralisation du secteur public reste minime par rapport au secteur privé même si elle repose aussi sur le fait de tirer des avantages des différences de productivité entre les entreprises des pays concernés par l'échange. L'AMP est la pierre angulaire de cette libéralisation et se veut de promouvoir la concurrence internationale pour diminuer les prix des biens et des services achetés par les gouvernements. Son impact ne semble pas pour l'instant avoir d'effets clairement identifiés (Shingal, 2015) alors que l'accord est censé conférer de nombreux avantages aux pays signataires (Anderson et al., 2011).

2.2.2 La libéralisation des marchés publics, vecteur d'une plus forte présence étrangère

La libéralisation des marchés publics peut encourager la venue de firmes étrangères et peut dans une moindre mesure permettre d'augmenter la moyenne du nombre de soumissionnaires. De plus, elle permet d'enrayer des phénomènes qui nuisent à son bon fonctionnement comme la collusion ou la corruption en faisant intervenir de nouveaux joueurs. Dans ce sens, il est intéressant de se pencher sur les soumissionnaires qui ont l'habitude de prendre part aux AO. En effet, on peut imaginer que ce sont souvent les mêmes qui interagissent entre eux et qu'il en résulte des phénomènes qui entravent le bon fonctionnement des modes de passation. Dans ce sens, des indices ont été développés pour étudier la fréquence à laquelle les soumissionnaires d'un projet soumissionnèrent ensemble (Gupta, 2002). Ils sont ainsi un témoin direct du degré de la concurrence. Gupta, dans son analyse économétrique de 2002, conclut que moins il existe d'interactions répétées entre soumissionnaires plus il y a de compétition et plus les prix diminuent. Un point important est soulevé ici. Les contrats à fort budget ne sont accessibles que par une petite quantité de fournisseurs et ce sont ces contrats qui sont concernés par les accords multilatéraux. En effet, le marché international est dominé par quelques grandes compagnies impliquées dans des projets de grandes ampleurs (Geloso Grosso et al., 2008). Ainsi, ces fournisseurs ont l'habitude de s'affronter et donc peuvent, à terme, s'entendre pour augmenter leurs profits aux dépens du gouvernement (Chassin & Joanis, 2010). La libéralisation permet l'introduction de nouveaux soumissionnaires aux cultures différentes ce qui permet sans nul doute de réduire les phénomènes collusoires (Anderson & Kovacic, 2009).

L'esprit de l'analyse de Gupta est largement complété par les travaux de Bajari et Ye (2003). Ces derniers démontrent dans quelles mesures les différences observables entre firmes comme la

localisation ou encore leurs capacités jouent un rôle primordial dans la promotion de la concurrence. Le modèle mis en place utilise les données des contrats de maintenance des autoroutes du Minnesota, du Dakota du Sud et du Dakota du Nord entre 1994 et 1998. Les auteurs intègrent dans leur modèle un certain nombre de variables observables comme le logarithme de la distance entre le lieu du projet et la firme (LDIST), le logarithme de la distance minimale (LMDIST), le prix estimé par le donneur d'ordre (EST), la capacité utilisée de l'entreprise (CAP), le montant des soumissions (BID), la quantité de travail déjà réalisé par la firme dans la localisation du projet (CON) ou encore le maximum en pourcentage de capacité disponible par la firme (MAXP) .

Ils capturent l'effet de ces paramètres sur un prix de soumission normalisé qui est le rapport entre le prix de la soumission gagnante et le prix de réserve. Leur modèle économétrique repose sur l'équation ci-dessous :

$$\frac{BID_{i,t}}{EST_t} = \beta_0 + \beta_1 LDIST_{i,t} + \beta_2 CAP_{i,t} + \beta_3 MAXP_{i,t} + \beta_4 LMDIST_{i,t} + \beta_5 CON_{i,t} + \epsilon_{it}.$$

Figure 2.5 Équation de (Bajari & Ye, 2003)

Les résultats obtenus à partir des données utilisées confirment les intuitions économiques. En effet, il est constaté que le montant de la soumission est une fonction croissante de la distance et de la capacité de la firme. D'autre part, le modèle montre que plus la firme a l'habitude de travailler dans la localisation du projet, plus elle soumissionnera bas. De plus, plus la distance entre firmes augmente, plus la compétition est faible. Ce dernier constat est intéressant. En effet, il est à mettre en perspective avec la volonté de libéraliser les marchés publics. Il n'est pas sans rappeler que la libéralisation des marchés publics implique des distances importantes entre les soumissionnaires étrangers et le lieu du projet. De fait, malgré la volonté croissante de libéraliser les marchés publics, la réelle ouverture semble être un vœu pieu car il existe encore et toujours un coût de transport qui n'est pas négligeable même s'il a connu une grande diminution au cours des dernières décennies (Lemoine et al., 2013).

2.2.3 Conclusion

La question de la libéralisation des marchés publics et des facteurs favorisant la concurrence a fait et fait toujours l’objet de multiples études dans la littérature internationale et québécoise. Les études présentées précédemment ont mis en évidence à la fois économétriquement, théoriquement et analytiquement qu’une ouverture des marchés publics conférait des avantages dans des conditions précises. En effet, dépendamment de la structure de marché, des conditions de l’offre domestique et de la demande gouvernementale, la libéralisation des marchés peut avoir des effets positifs, mais aussi négatifs sur l’augmentation du bien-être des citoyens. Un point qui fait consensus est que la libéralisation ouvre la voie à une concurrence plus forte dans les appels d’offres. Cette concurrence est nécessaire pour plusieurs raisons qui sont d’obtenir un prix raisonnable et conforme aux travaux réalisés ou encore de limiter les interactions répétées entre fournisseurs qui pourraient favoriser la collusion.

Les études spécifiques au Québec (Boulenger & Joanis, 2015, 2016) ont mis en avant deux grandes conclusions; les firmes étrangères occupent une place minime voir quasi nulle malgré les nombreux accords de libéralisation dont le Québec est partie prenante et que cette présence étrangère se caractérise principalement par la présence de filiales d’entreprises étrangères. Néanmoins, aucun modèle à notre connaissance n’a été mis en place pour témoigner de l’effet de la présence d’une entreprise étrangère sur un appel d’offres.

Ainsi, nous souhaitons proposer dans ce mémoire une nouvelle approche concrète en utilisant conjointement les bases de données du système électronique d’appel d’offres du Québec et du registre des entreprises québécoises afin de quantifier l’effet de la présence d’une entreprise étrangère sur un appel d’offres sur le marché public québécois de la construction. Nous proposerons plusieurs modélisations statistiques permettant de mettre en lumière les effets de la participation d’entreprises étrangères sur un appel d’offres, mais aussi de connaître les raisons qui motivent leurs participations et enfin savoir si elles sont traitées équitablement dans le processus d’attribution.

CHAPITRE 3 CADRE INSTITUTIONNEL

L'objet de ce chapitre est de présenter le cadre institutionnel des contrats de construction au Québec ainsi que les accords de libéralisation encadrant le marché public québécois de la construction. La compréhension de ce cadre est primordiale pour interpréter les tendances et résultats que nous allons obtenir par la suite.

3.1 Le marché public québécois de la construction

3.1.1 Les contrats considérés

Au Québec, le secteur de la construction regroupe deux grandes catégories de contrats qui sont les contrats de construction et les contrats de services d'ingénierie. Les contrats de construction sont directement reliés à la construction, à la rénovation, à la réparation physiques d'une infrastructure tandis que les contrats de services sont reliés à la réalisation de plans, à des contrôles qualitatifs ou encore à la réalisation de devis.

3.1.2 Le secrétariat du conseil du trésor (SCT)

Afin que le processus d'attribution des contrats publics se déroule de la meilleure des manières à la fois pour les organismes publics que pour les entreprises un sous-secrétariat aux marchés publics a été mis en place au sein du SCT. Son rôle⁸ est multiple, il est à la fois force de proposition en matière de lois, règlements, politiques ou encore directives en lien avec les contrats. Le SCT est aussi responsable de la formation sur les marchés publics des organismes publics et des entreprises. Le SCT assure aussi le suivi des accords de libéralisation et participe à la négociation de ces derniers.

⁸ Rôle du SCT : <http://www.tresor.gouv.qc.ca/faire-affaire-avec-letat/les-marches-publics/>

3.1.3 Cadre légal et règlementaire

3.1.3.1 Principes de gestion et d'attribution des marchés publics

Les contrats de construction et de services d'ingénierie émis par les organismes gouvernementaux ou ministères sont régis par la loi sur les contrats des organismes publics (LCOP) (*chapitre C-65.1*). Cette loi établit les grands principes de gestion des marchés publics, les règles générales d'adjudication et les règles d'attribution des contrats, en conformité avec les accords de libéralisation des marchés publics (Boulenger & Joanis, 2016). Deux règlements accompagnent cette loi, il s'agit pour les contrats de construction du Règlement sur les contrats de travaux de construction des organismes publics (*Chapitre C-65.1, r. 5*) et pour les contrats de services d'ingénierie du Règlement sur les contrats de services des organismes publics (*Chapitre C-65.1, r. 4*).

D'autre part, depuis le 20 octobre 2009 est entrée en vigueur une nouvelle politique dite de gestion contractuelle⁹. Adoptée par le Conseil du Trésor, celle-ci a pour mission de compléter l'encadrement des marchés publics en donnant des « lignes de conduite à suivre dans le cadre des processus d'appel d'offres des contrats d'approvisionnement, de services et de travaux de construction en vue de contrer la collusion et la malversation » (LCOP, 2006) et accompagne la loi et les règlements cités précédemment.

3.1.3.2 Conditions de conformité et d'admissibilité

Pour qu'une soumission soit valide et acceptée, elle doit respecter des conditions d'admissibilité et de conformité. Ces conditions ont pour objectifs de vérifier que le soumissionnaire répond à toutes les exigences légales (*conditions d'admissibilité : qualifications, permis, certificats, etc.*) mais aussi aux exigences propres à la soumission (*conditions de conformité : respect des dates pour la soumission, absence de documents requis, etc.*). Parmi les conditions d'admissibilité, on retrouve le fait que le soumissionnaire doit avoir « au Québec ou dans un territoire visé par un accord intergouvernemental applicable, un établissement où il exerce ses activités de façon permanente,

⁹ Politique de gestion contractuelle, <http://www.tresor.gouv.qc.ca/faire-affaire-avec-letat/cadre-normatif-de-la-gestion-contractuelle/politique-de-gestion-contractuelle/>

clairement identifié à son nom et accessible durant les heures normales de bureau » (C-65.1, r. 2, II, article 6).

Il est à noter que depuis 2012, toute entreprise qui souhaite déposer une soumission pour un contrat public doit détenir une autorisation de l'Autorité des Marchés Financiers (AMF).

3.1.3.3 Contrats et engagements financiers du MTQ

Au Québec, le MTQ est le plus important donneur d'ouvrage du gouvernement. Il est notamment en charge de l'entretien, de l'amélioration, de la réalisation et de l'exploitation du réseau routier qui sont sous sa responsabilité. Son importance lui donne l'obligation d'avoir un comportement irréprochable vis-à-vis de l'utilisation des fonds publics. Il doit donc :

- « Promouvoir l'intégrité, la transparence et l'imputabilité;
- S'assurer que les biens et services reçus soient livrés dans les temps, respectent les coûts et répondent à la qualité prévue;
- Renforcer son expertise en gestion des contrats et en réalisation des travaux routiers;
- Rendre compte de ses décisions et de ses interventions permettant de témoigner d'une saine utilisation des fonds publics. »¹⁰

3.1.4 Typologie des modes de passation et d'attribution

La LCOP définit les modes de passation pour les contrats publics. Au-dessus de 100k\$, l'attribution des contrats doit se faire par l'intermédiaire d'une procédure d'appel d'offres (publics ou sur invitation) ou par gré à gré. En deçà de ce seuil, aucun mode de passation n'est imposé, néanmoins, l'attribution doit se faire conformément à la LCOP. Les sous-sections suivantes ont pour objectifs de détailler les modes de passation qui s'appliquent aux contrats de construction et de services d'ingénierie.

¹⁰ Contrats et engagements financiers : <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/contrats-engagements/Pages/contrats-engagements-financiers.aspx>

3.1.4.1 Appel d'offres public

3.1.4.1.1 Nature

L'AOP est la procédure la plus utilisée pour l'adjudication des contrats publics. Il permet aux organismes publics de mettre « en concurrence un nombre indéterminé, mais toujours supérieur à un, d'entreprises en vue de leur acheter un bien, un service ou un ensemble de biens et/ou de services » (Boulenger & Joanis, 2015). L'AOP demeure un mode d'adjudication exigeant car il requiert un grand nombre de procédures afin de maximiser la concurrence.

Trois grandes méthodes d'adjudication existent pour les contrats en appel d'offres publics. L'organisme public peut choisir l'offre conforme économiquement la plus avantageuse ou demander une démonstration de la qualité qui sera évaluée et ensuite pondérée avec le prix (prix ajusté le plus bas) ou procéder en deux étapes (tous les soumissionnaires ayant atteint la qualité minimale peuvent proposer un prix et le contrat sera attribué au moins-disant). En règle générale, les contrats de construction sont adjugés au moins-disant tandis que l'adjudication des contrats de service repose principalement sur la 2^{ème} et 3^{ème} méthode.

3.1.4.1.2 Avantages et inconvénients

L'AOP a ses avantages et ses inconvénients. Il est, avant tout, le mode de passation qui maximise l'effet de la concurrence. En effet, il garantit l'équité puisque l'organisme public n'a aucun contrôle sur le nombre ou encore l'identité des soumissionnaires tant que ces derniers respectent les conditions d'admissibilité et de conformité. Ainsi, le nombre de soumissionnaires potentiels est le plus important et permet d'accéder théoriquement au prix le plus bas du marché. Comme nous l'avions mentionné au chapitre 1, maximiser le nombre de soumissionnaires permet de réduire d'environ 20% les coûts du contrat.

Néanmoins, il existe des désavantages à ce mode d'octroi. En effet, procéder par AOP implique un coût important. En effet, pour qu'à la fin de la procédure le prix du contrat soit le prix le plus bas du marché, il est nécessaire que les documents d'AOP soient les plus clairs et complets possibles afin de comparer des soumissions comparables. Cette complexité coûte aussi pour les entreprises puisqu'il est estimé que la préparation d'une soumission peut représenter 10% du prix total de la soumission (Jobidon, 2011). Une des conséquences d'une mauvaise préparation de l'AO peut être l'exploitation par le soumissionnaire des vides contractuels.

3.1.4.2 Appel d'offres sur invitation

3.1.4.2.1 Nature

L'organisme public peut choisir de procéder par appel d'offres mais en présélectionnant les candidats pouvant proposer une offre à l'inverse de l'appel d'offres public où sous couvert d'admissibilité et de conformité, toute entreprise peut soumettre une offre. Les critères d'adjudication sont les mêmes que pour l'appel d'offres public.

En règle générale, les contrats en AOI sont les contrats inférieurs au seuil d'AOP. Le choix des soumissionnaires invités repose sur différentes raisons : l'entreprise s'est fait connaître auprès de l'organisme public¹¹ sur les services et produits qu'elle propose, l'entreprise a déjà travaillé avec l'organisme public. La LCOP indique seulement à la section III que l'organisme public « doit notamment évaluer la possibilité » (*C-65.1, III, article 14*) d'effectuer une rotation parmi les entreprises ayant déjà fait affaire avec l'organisme public ou de recourir à de nouveaux soumissionnaires.

3.1.4.2.2 Avantages et inconvénients

Contrairement à l'AOP, les procédures sont plus souples dans la cadre de l'AOI comme en témoigne le choix des soumissionnaires mais elle ne maximise pas le nombre de soumissionnaires possible sur les appels d'offres et ainsi ne minimise pas le prix du contrat.

3.1.4.3 Gré à gré

3.1.4.3.1 Nature

Contrairement aux procédures d'appel d'offres, la procédure dite de « gré à gré » (GàG) consiste à adjuger le contrat directement à un soumissionnaire sans passer par une mise en concurrence. Les contrats en GàG doivent être sous le seuil des AOP. Néanmoins, il est possible dans certains cas définis par la LCOP (*C-65.1, II, article 13*) de conclure un tel contrat pour des montants supérieurs au seuil des AOP. Ces situations peuvent être de diverses natures : urgence, un seul contractant

¹¹Obtenir un contrat avec un organisme public : <http://www.tresor.gouv.qc.ca/faire-affaire-avec-letat/les-contrats-au-gouvernement/obtenir-un-contrat/avec-un-organisme-public/>

possible (par exemple : complexité du projet élevée), question de nature confidentielle ou protégée ou encore ne servant pas l'intérêt public (par exemple : niveau d'expertise de la procédure d'attribution faible).

3.1.4.3.2 Avantages et inconvénients

Les contrats de G&G répondent donc à des situations précises et c'est ce qui en fait son principal avantage. Les inconvénients du recours à ce type de procédure sont de favoriser une entreprise au détriment d'une autre et de ne pas minimiser les coûts.

3.1.4.4 Contrat relatif aux infrastructures de transport (CCRIT)

Un organisme public peut conclure un CCRIT avec un ou plusieurs entrepreneurs ou prestataires de services lorsque des besoins sont récurrents et que la valeur monétaire des travaux de construction ou des services rendus, le rythme ou la fréquence de ceux-ci sont incertains. Un CCRIT est conclu pour une période de généralement 3 ans, incluant tout renouvellement et peut être conclu suite à une procédure d'AOP ou sur invitation, ou de gré à gré.

Lorsqu'il s'agit de services professionnels de génie ou d'arpentage relatifs aux infrastructures de transport, il existe des règles particulières d'adjudication. Premièrement, un CCRIT peut être adjudgé à plusieurs prestataires de services même si aucun prix n'est sollicité. L'organisme public peut retenir tous les prestataires de services ayant présenté une soumission acceptable ou seulement un nombre restreint d'entre eux selon les conditions et modalités qu'il a prévu dans les documents d'appel d'offres. Dans le cas d'un nombre restreint, les prestataires de services retenus sont ceux ayant obtenu les notes finales les plus élevées. Les mandats d'exécution sont ensuite attribués, parmi les prestataires de services retenus, selon une répartition la plus équitable possible en fonction de la proximité du lieu des travaux et de la disponibilité des ressources. Toutefois, ces exceptions ne peuvent être appliquées que si l'autorisation du ministre des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports a été obtenue.

L'appel d'offres a donc pour objectif de créer une liste de prestataires de services pour un contrat s'étalant sur plusieurs années. Il est possible de représenter schématiquement la structure de ces contrats (Figure 3.1).

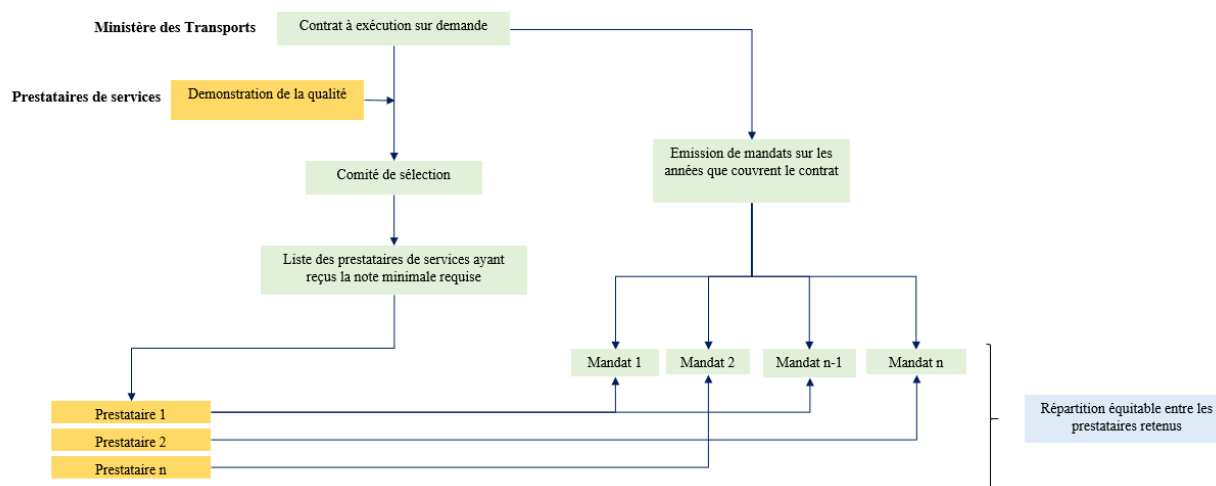


Figure 3.1 Structure des contrats à exécution sur demande

Plusieurs modalités propres à ces contrats s’appliquent et sont d’ordres divers. Parmi celles-ci :

- Le prestataire de services ne peut se voir attribuer plus d’un contrat à exécution sur demande dans la région concernée
- Chaque mandat confié dans le cadre d’un contrat à exécution sur demande est d’un montant inférieur à 200 000\$ excepté pour les contrats de surveillance où le montant maximum peut être de 350 000\$.
- Le nombre de mandat pouvant être accordé est illimité sur la durée du contrat.

3.1.4.5 Bilan

La Figure 3.2 adaptée du schéma de Boulenger et Joanis (2015) présente un bilan du processus d’attribution des contrats de construction pour les organismes publics.

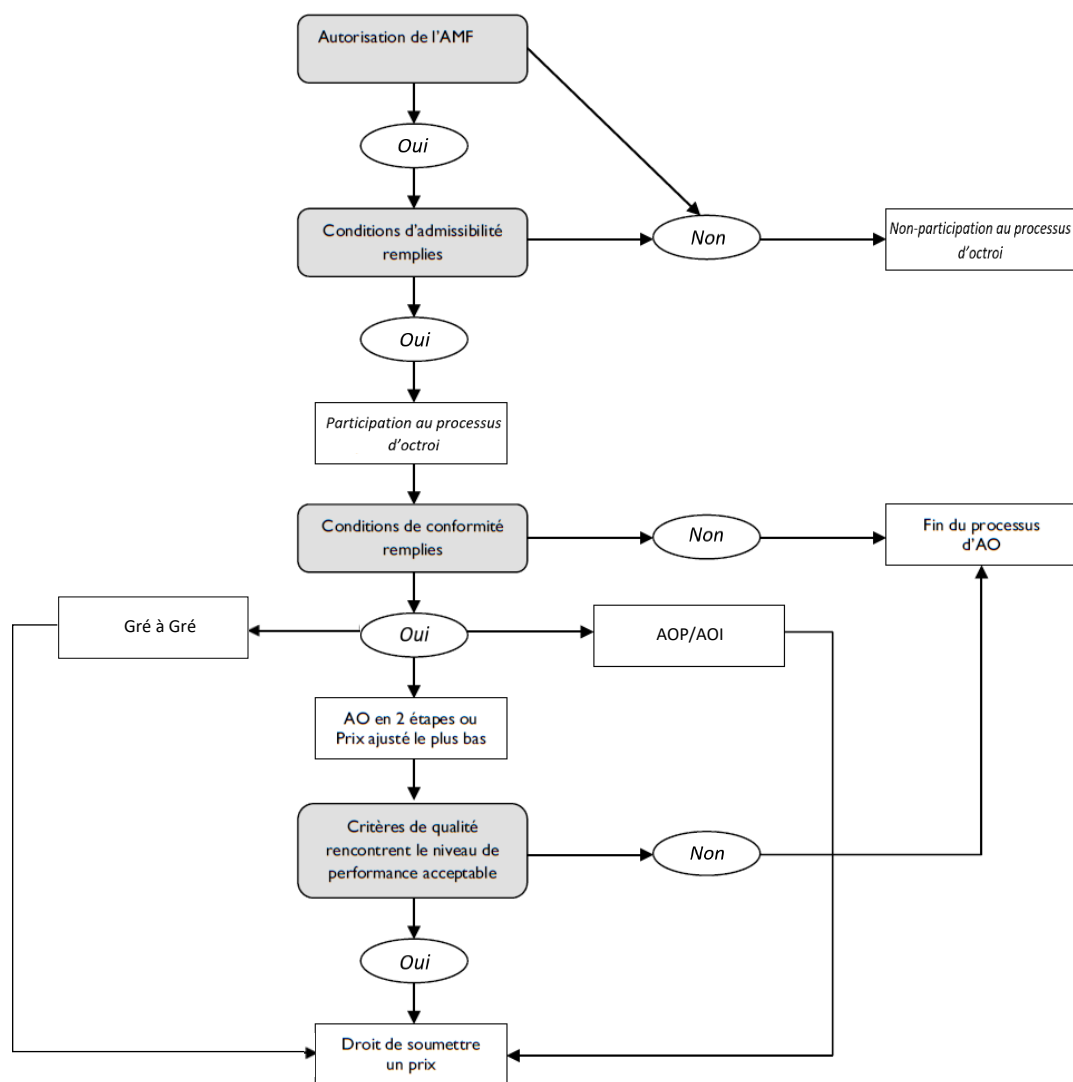


Figure 3.2 Processus d'attribution des contrats de construction pour les organismes publics

3.2 Accords encadrant le marché public québécois de la construction

3.2.1 Principes

Le marché public québécois de la construction est soumis à différents accords de libéralisation à la fois provincial et international. Ces accords ont pour objectif de multiplier le nombre d'acteurs potentiels sur le marché, donc de stimuler la concurrence et de diminuer les coûts pour les organismes publics. Les acheteurs doivent conformément aux textes des accords ouvrir leurs appels d'offres aux entreprises des territoires visés par ces derniers. Les contrats de construction sont

couverts par de multiples accords à l'inverse des contrats de services d'ingénierie qui sont eux seulement ouverts aux fournisseurs de l'Ontario depuis le 1^{er} janvier 2016.

Chacun des accords repose les mêmes quatre grands principes qui sont la non-discrimination, la transparence, la réciprocité et le règlement des différends¹².

Le Tableau 3.1 met en exergue les différents seuils d'ouverture en fonction des différentes entités et des accords pour les contrats de construction en 2016.

Tableau 3.1 Accord de libéralisation des marchés publics, seuils d'application de 2016¹³

CONTRATS DE TRAVAUX DE CONSTRUCTION				
Entités \ Accord	ACI	AQNB (2008) ACCQO	AQNY	AMP
Ministères et organismes budgétaires	100 k\$	100 k\$	100 k\$	8,5 M\$
Autres organismes du gouvernement	100 k\$	100 k\$	100 k\$	

Nous présenterons succinctement ces différents accords dans les sous-sections suivantes.

3.2.2 Les accords

3.2.2.1 Accord sur le commerce intérieur (ACI)

L'ACI est un accord intergouvernemental commercial qui a pour vocation d'améliorer le commerce interprovincial « en traitant des obstacles liés à la libre circulation des personnes, des produits, des services et des investissements à l'intérieur du Canada, et d'établir un marché intérieur ouvert, performant et stable »¹⁴. L'ACI réduit les barrières commerciales dans 11 secteurs spécifiques dont les marchés publics. Les lignes directrices pour les marchés publics sont : « Éliminer les préférences du prix local, les caractéristiques techniques non impartiales, l'imposition de normes d'enregistrement injustes et les autres pratiques discriminatoires destinées aux fournisseurs non résidents afin d'assurer un accès équitable aux marchés publics à tous les fournisseurs canadiens intéressés. »

¹² Le règlement des différends ne s'applique pas à l'AQNY.

¹³ Seuils 2016, http://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire_affaire_avec_etat/cadre_normatif/accords/tab_synthese_seuils_accords.pdf

¹⁴ Site de l'ACI : <http://www.ait-aci.ca/?lang=fr>

Le marché public québécois de la construction est donc ouvert aux fournisseurs provenant des autres provinces canadiennes à partir d'un seuil de 100 000\$ en 2016. L'ACI a été révisé en 2017 avec la signature en avril 2017 d'un nouvel accord le remplaçant : l'Accord de Libre Échange Canadien (ALEC¹⁵).

L'ALEC qui entrera en vigueur le 1^{er} juillet 2017 n'apporte pas de modification du seuil d'ouverture pour le marché public québécois de la construction. Toutefois, il renforce les mécanismes qui permettent aux fournisseurs de contester un processus d'appel d'offres afin de s'assurer de l'équité de traitement entre ces derniers. D'autre part, les gouvernements provinciaux se sont mis d'accord pour la création d'un portail électronique unique. Celui-ci permettra aux entreprises canadiennes, plus particulièrement les petites et moyennes entreprises, de trouver plus facilement des possibilités de marchés publics à l'échelle du pays.

3.2.2.2 Accord de libéralisation avec les provinces ou États frontaliers

Le Québec a aussi des accords spécifiques avec certaines provinces ou États américains frontaliers.

- Accord de commerce et de coopération entre le Québec et l'Ontario (ACCQO)¹⁶

Entré en vigueur en 2009, l'accord a pour objectif de favoriser la croissance économique des deux provinces tout en renforçant la position de leur espace économique à la fois sur le continent américain et sur la scène internationale. Le chapitre neuf de cet accord concerne les marchés publics et établit un cadre qui a vocation à établir l'équité entre les fournisseurs ontariens et québécois tout en garantissant la transparence et l'efficacité. L'accord a été revu en août 2014 afin de « s'assurer que les entreprises du Québec et de l'Ontario aient un accès aux marchés publics québécois et ontariens au moins aussi favorable que celui accordé aux entreprises européennes suite à l'AECG »¹⁷.

¹⁵ Accord de libre-échange canadien : <http://ait-aci.ca/agreement-on-internal-trade/alec-communique/?lang=fr>

¹⁶ ACCQO : https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/accords/quebec_ontario/signature_accord_quebec_ontario.pdf

¹⁷ Nouveau chapitre sur les marchés publics de l'Accord de commerce et de coopération entre le Québec et l'Ontario <http://www.tresor.gouv.qc.ca/faire-affaire-avec-letat/publications/info-marches-publics/bulletins/volume-18-numero-7-septembre-2016/>

- Accord de libéralisation des marchés publics du Québec et du Nouveau-Brunswick (AQNB)¹⁸

Dans le même esprit que l'ACCQO, l'AQNB a pour objectif de favoriser la croissance et renforcer la capacité concurrentielle des entreprises des deux provinces. Une des mesures de cet accord est la publication des appels d'offres dans les systèmes respectifs de publication des provinces de tous les avis de toutes les entités visées par l'accord.

Les deux précédents accords vont plus loin dans la collaboration entre provinces que l'ACI. Les seuils sont les mêmes mais la facilité d'accès au marché diffère.

- Accord intergouvernemental sur les marchés publics entre le gouvernement du Québec et le Gouvernement de l'État de New York (AQNY)

Cet accord lie le gouvernement du Québec avec celui de l'État de New York en accordant aux fournisseurs des deux parties le même traitement dans tous les appels d'offres publics.

3.2.2.3 Accord sur les marchés publics

L'AMP a déjà été présenté au chapitre un. L'accord s'applique depuis 2012 aux ministères québécois dont le MTQ. Les seuils d'ouverture de l'accord sont réévalués tous les deux ans. Ces derniers sont établis à partir des droits de tirages spéciaux. Pour les contrats de construction, le seuil n'a pas évolué depuis 2012 et est égal à 5 000 000 DTS. Le Tableau 3.2 exprime l'équivalence de ce seuil sur les différentes années.

Tableau 3.2 Seuil de l'AMP pour la construction entre 2012 et aujourd'hui

Année	Valeurs de seuil (DST)	Valeurs de seuils (\$CAD)
Janvier 2012 à Décembre 2013	5 000 000	7 800 000
Janvier 2014 à Décembre 2015	5 000 000	7 700 000
Janvier 2016 à Décembre 2017	5 000 000	8 500 000

¹⁸ AQNB : http://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire_affaire_avec_etat/cadre_normatif/accords/aqnb_2008.pdf

3.3 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter à la fois les acteurs, les règlements ainsi que les diverses modalités d'application de ces derniers. Des règlements spécifiques s'appliquent aux contrats de construction et définissent le processus de passation de ceux-ci. Trois modes de passations sont utilisés pour les contrats de construction et présentent chacun des avantages et des inconvénients vis-à-vis de la promotion de la concurrence. Finalement, nous avons pu mettre en exergue les différents accords de libéralisation qui encadrent le marché public québécois de la construction et qui les ouvrent à des entreprises étrangères.

CHAPITRE 4 MODÉLISATIONS STATISTIQUES

Ce troisième chapitre présentera trois grandes techniques de modélisations statistiques. **(1)** Tout d'abord, nous présenterons la régression linéaire multiple. **(2)** Puis, nous étudierons les techniques de régression sur les données de panel. **(3)** Enfin, nous présenterons la régression logistique binomiale. Pour chacune de ces modélisations, nous exposerons leurs particularités mais aussi les tests statistiques associés permettant de confirmer ou au contraire d'infirmer les résultats obtenus.

4.1 Généralités

Toute analyse statistique repose sur un modèle qu'il faut préciser et expliciter. La modélisation permet de lier des variables d'entrée à une variable de sortie par l'entremise d'une fonction de transfert. On introduit un terme d'erreur ε qui capte les dimensions qui ne sont pas expliquées par les variables explicatives. Schématiquement, nous pouvons représenter le processus de modélisation statistique par la Figure 4.1 qui est inspirée du cours de Clément (2016a).

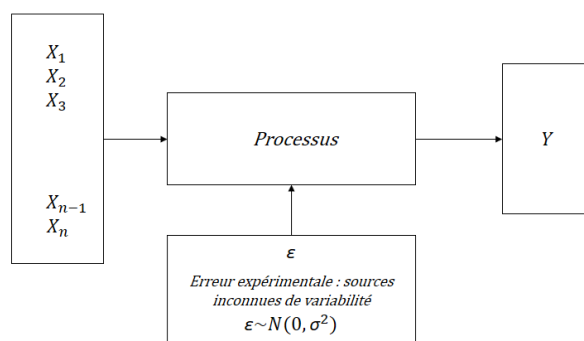


Figure 4.1 Processus de modélisation statistique

La modélisation statistique s'associe principalement à la poursuite de trois grands objectifs qui peuvent être suivis en complémentarité ou non.

- Le premier objectif est descriptif. On recherche la liaison ou **fonction de transfert** entre la variable de sortie dite **dépendante** et plusieurs autres variables dites **variables indépendantes** pouvant expliquer les valeurs prises par Y.
- Le second objectif est lui explicatif. On cherche à infirmer, confirmer ou préciser un modèle. Le modèle testé résulte d'une connaissance assez précise du phénomène étudié.

- Enfin, le dernier objectif est lui prédictif. On cherche à construire un modèle qui permette de prédire à partir de données mesurées ou observées la valeur de la variable dépendante. La qualité du modèle est primordiale dans la poursuite de cet objectif.

Les variables utilisées dans la modélisation statistique peuvent prendre plusieurs formes. On parlera de « **variables quantitatives** » lorsque celles-ci prendront des valeurs continues. Tandis qu'on utilisera le terme « **variables catégoriques** » pour les variables qui ont pour valeur des modalités.

Les domaines d'application de la modélisation statistique sont vastes et touchent tous les domaines où il peut exister des relations de causalité entre des variables.

4.2 Régression linéaire multiple

La partie suivante s'inspire de différents chapitres du cours MTH8302¹⁹ donné à Polytechnique Montréal par Clément (2016b, 2016c, 2016d).

4.2.1 Généralités

4.2.1.1 Modèles linéaires de régression

Nous voulons dans notre cas expliquer l'intensité de la concurrence sur un appel d'offres à partir d'un certain nombre de variables indépendantes comme notamment la présence étrangère - **objectif spécifique (A)**. La question qui se pose est le choix de la forme de la fonction de transfert qui relie les variables indépendantes à la variable dépendante. Dans une grande majorité des cas, la modélisation par des fonctions linéaires est utilisée (avant ou sans transformation en amont²⁰). Par exemple, si nous considérons p variables indépendantes et n observations²¹ et notons, Y le vecteur de terme général y_i , $X[n \times (p + 1)]$ la matrice des données de terme général x_i^j dont la première

¹⁹ Les détails du cours sont donnés à l'adresse suivante :

<http://www.polymtl.ca/etudes/cours/details.php?sigle=MTH8302>

²⁰ Des méthodes existent pour rendre un modèle linéaire : transformation logarithmique ou exponentielle par exemple.

²¹ $n > p + 1$

colonne est le vecteur unitaire, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)$ le vecteur des coefficients à estimer ainsi que $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_p)$ le vecteur des termes d'erreur.

Le modèle linéaire de régression s'écrit sous forme matricielle :

$$y = \beta \times X + \varepsilon$$

Plusieurs hypothèses sont sous-jacentes à cette équation :

- Les erreurs sont non observées, indépendantes et identiquement distribuées et suivent une loi normale $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$
- Les coefficients $(\beta_1, \dots, \beta_n)$ sont des paramètres statistiques inconnus et supposés constants
- Les variables indépendantes sont déterministes

La résolution de l'équation se fait par la méthode des moindres carrés, c'est-à-dire qu'on recherche les estimations $\hat{\beta}$ des paramètres β qui minimise la relation suivante :

$$\min_{\beta} \sum_i (y_i - \sum_j \hat{\beta}_j x_j^i)^2$$

Les logiciels statistiques renvoient la valeur des $\hat{\beta}$ résultant de la formule ci-dessus. Néanmoins, la régression n'est pas terminée pour autant. Il est nécessaire de s'assurer de la validité de la régression et de juger de sa qualité. Un ensemble de tests que nous allons décrire dans les sections suivantes vont permettre de répondre à ces deux points.

4.2.1.2 Définitions et notations

Il est nécessaire de faire un point sur les notations avant de présenter les différents critères de qualité et de validité des régressions linéaires.

Nous noterons :

$\hat{y}$ la valeur prédite de la variable y

$\bar{y}$ la moyenne de la variable y

$\vec{U}$ le vecteur unitaire

SSE, la somme au carré des erreurs : $SSE = \|y - \hat{y}\|^2$

SSR, la somme totale des carrés de la régression : $SST = \|\hat{y} - \bar{y} \cdot \vec{U}\|^2$

SST, la somme des carrés totale : $SST = SSE + SSR$

4.2.2 Évaluation de la qualité de la régression

La qualité de la régression se fait à partir du coefficient de détermination R^2 qui se calcule par la relation suivante :

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Il représente la part de variation de Y, c'est-à-dire la part variance totale de Y expliquée par le modèle de régression. L'objectif est d'expliquer le maximum de la variance, c'est-à-dire d'avoir un coefficient $R^2 \rightarrow 1$.

Pour que le coefficient de détermination ait du sens, il faut que nombre de variables indépendantes soient inférieures au nombre d'observations. D'autre part, le coefficient de détermination est sensible au nombre de variables du modèle, plus leur nombre est grand, plus $R^2 \rightarrow 1$, on parle alors de sur ajustement. Pour tenir compte de ce problème, il est possible de prendre en compte le nombre de variables dans le calcul d'un nouveau coefficient de détermination dit « ajusté » :

$$R^2_{ajusté} = R^2 - \frac{p \times (1 - R^2)}{n - p - 1}$$

4.2.3 Validation de la régression

Nous avons mis en lumière les principes de base de la régression linéaire ainsi que les critères de qualité associés dans les sections précédentes. Néanmoins, l'étape la plus importante d'une régression concerne l'étude de la pertinence des résultats. En effet, la régression n'a de sens que si elle vérifie toutes les hypothèses citées en 4.2.1.1 ci-dessus. D'autre part, il faut aussi vérifier le rôle de chaque variable ainsi que procéder à l'interprétation des coefficients.

4.2.3.1 Étude des résidus

Une partie des hypothèses subjacentes à la définition d'un modèle linéaire porte sur le terme d'erreur ε . Pour rappel, le terme d'erreur capte les informations qui ne sont pas explicitées par le modèle. Premièrement, la distribution du terme d'erreur doit suivre une loi de distribution normale.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous utilisons la droite de Henry des résidus, à la fois P-P plot et Q-Q plot. Ces droites sont respectivement sensibles à une non-normalité au milieu des données et à une non-normalité près des extrêmes (Institute for Digital Research and Education, s.d). Les figures (Figure 4.2 et Figure 4.3) extraites du site de l'IRDE (s.d) sont des exemples de droites qu'il est souhaitable d'obtenir.. Le caractère linéaire de la représentation témoigne de la normalité de la distribution du terme d'erreur.

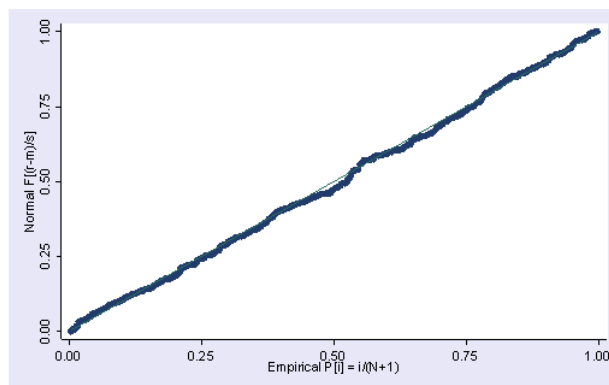


Figure 4.2 Droite de Henry des résidus (P-P plot)

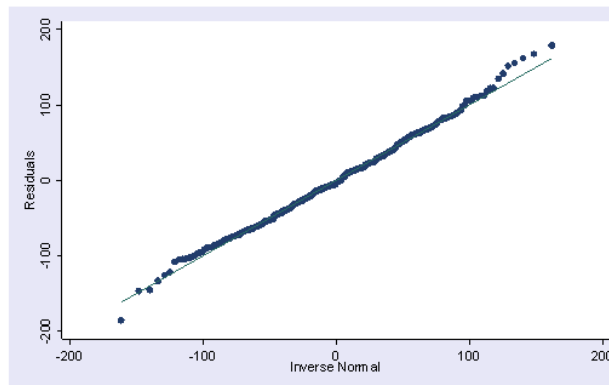


Figure 4.3 Droite de Henry des résidus (Q-Q plot)

Deuxièmement, la variance des résidus doit être constante. Une première étape pour vérifier cette hypothèse est le tracé des résidus en fonction de la variable dépendante (un exemple est présenté à la Figure 4.4). Il faut vérifier que les résidus sont compris dans une bande horizontale proche de zéro. D'autre part, aucune logique ne doit être constatée dans ce graphique (asymétrie des résidus, rupture de structure).

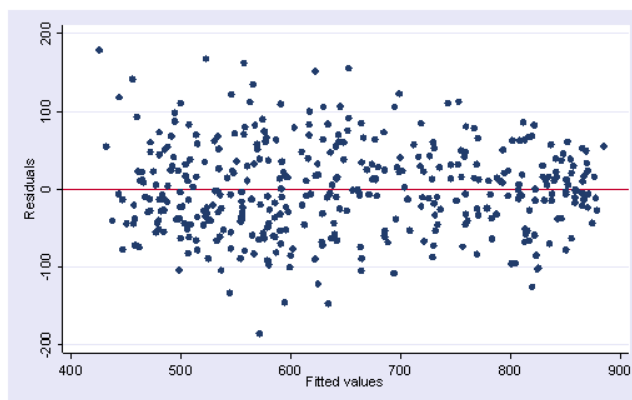


Figure 4.4 Variance constante (Institute for Digital Research and Education, s.d)

Il est possible d'utiliser un test pour vérifier l'homoscédasticité des résidus qui est le test de Breusch-Pagan. Il permet de tester l'hypothèse nulle qui est que la variance des résidus est homogène. Si la p-value est très faible, nous devons rejeter cette hypothèse (cas ci-dessous).

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of api00

chi2(1)      =      8.75
Prob > chi2   =    0.0031
```

Figure 4.5 Test de Breusch - Pagan pour tester l'hétéroscédasticité des résidus sous STATA²²

Les résidus n'ont pas une variance homogène. La présence d'hétéroscédasticité n'influence pas l'estimation des coefficients, seulement l'intervalle de confiance de ces derniers. Il est possible de la corriger facilement avec l'aide des logiciels. La Figure 4.4 et la Figure 4.5 sont des exemples tirés du site l'IDRE (s.d) et illustrent ce que l'on souhaite obtenir.

4.2.3.2 Points aberrants et points influents

L'étude des points aberrants et des points influents autrement appelée étude de sensibilité a pour objectif de détecter les points qui jouent un rôle anormal sur la régression et qui peuvent ainsi fausser les résultats. Plusieurs calculs permettent de mettre en avant des observations trop influentes.

4.2.3.2.1 Grandeurs des résidus

On considère que les résidus studentisés doivent avoir en valeur absolue une valeur inférieure au seuil de 2,5. De grands résidus apparaissent généralement pour des valeurs atypiques de la variable à expliquer. STATA permet d'avoir accès aux observations qui dépassent ce seuil. Nous pouvons ensuite analyser contrat par contrat s'il n'y a pas d'erreurs dans nos données ou tout simplement une incohérence dans le contrat considéré.

4.2.3.2.2 Distance de Cook

Plus la distance de Cook est élevée et plus l'influence de l'observation est importante. Des opinions différentes existent quant au choix du seuil des points influents. La littérature évoque un seuil de 1

²² STATA est un logiciel de statistiques et d'économétrie développé par StataCorp.

ou de $\frac{4}{n}$ (Bollen & Jackman, 1985; Cook & Weisberg, 1982). Si la distance de Cook obtenue est supérieure à ce seuil, nous jugerons l'observation trop influente et nous essaierons d'en comprendre l'origine et jugerons de la pertinence ou non de la conserver dans notre modèle.

4.2.3.2.3 Effet levier

L'effet levier apparaît principalement pour des observations dont les valeurs prises par les variables explicatives sont élevées, c'est-à-dire loin de la valeur moyenne. Le levier h_i est le i -ème terme diagonale du projecteur $X(X^tX)^{-1}X^t$. La littérature recommande de s'intéresser aux observations qui sont supérieures au seuil de $\frac{2(k+1)}{n}$.

4.2.3.3 Colinéarité et sélection de variables

La colinéarité implique que deux variables sont des combinaisons linéaires presque parfaites les unes des autres. Lorsque plus de deux variables sont impliquées, on parle de multicollinéarité. La présence de multicollinéarité implique que l'équation de la régression linéaire n'a pas de solution. En effet, l'estimation des paramètres nécessite le calcul²³ de la matrice $(X^tX)^{-1}$. Or, si des variables sont des combinaisons linéaires d'autres variables, le déterminant de la matrice (X^tX) sera nul et la matrice ne sera donc pas inversible. Il faut donc vérifier l'absence de colinéarité entre les variables du modèle.

4.2.3.3.1 Matrice de corrélation

La matrice de corrélation est la matrice qui regroupe les coefficients de corrélation entre toutes les variables explicatives du modèle. Les coefficients de corrélation traduisent les relations linéaires qui existent entre deux variables explicatives. Lorsque supérieur à 0,95, on peut penser qu'il existe de la multicollinéarité mais il est nécessaire pour conclure d'étudier les facteurs d'inflation de la variance.

²³ En effet, les coefficients β sont estimés à partir de $\hat{\beta} = (X^tX)^{-1} \times X^t \times Y$

4.2.3.3.2 Facteurs d'inflation de la variance

L'étude de la matrice de corrélation n'est pas une condition suffisante pour conclure sur la présence de colinéarité. Il est nécessaire de vérifier les facteurs d'inflation de la variance (VIF) des différentes variables. Le VIF se calcule par la relation suivante :

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

R_j^2 désigne le coefficient de détermination de la régression de la variable X^j sur les autres variables. Plus la variable X^j est proche des variables X^i ($\forall i \neq j$) et plus R_j est proche de 1 et donc plus le VIF_j est élevé.

4.2.3.4 Linéarité

Il est possible de tracer les valeurs prédites en fonction des valeurs observées et d'avoir accès au coefficient de corrélation qui lie ces deux variables. Les points doivent s'aligner autour de la première bissectrice.

4.3 Régression sur données de panel

4.3.1 Les données de panel

Nous présentons succinctement, dans les sous parties de la section 4.3.1 et 4.3.2, la théorie relative aux données de panel. Ces différentes sous parties s'inspirent de plusieurs auteurs qui sont Duguet (2010); Hurlin (2001); Rous (s.d).

4.3.1.1 Généralités

Les données de panel regroupent des données dans deux dimensions : la dimension temporelle et la dimension individuelle. Ces données sont donc constituées d'observations périodiques relatives à une unité statistique qui est « l'individu » (Tableau 4.1 Exemple de données de panels). Pour nous l'individu sera l'entreprise. Les deux dimensions d'étude visent à quantifier le comportement des individus tant dans leurs différences individuelles que dans leurs évolutions temporelles (Trognon, 2003). Lorsque toutes les unités sont suivies à chaque période, on parle de panel cylindré. La plupart du temps, ces données sont utilisées pour révéler et quantifier les variables

explicatives significatives dans un modèle plutôt que de prévoir un comportement (Duguet, 2010) et c'est dans ce sens que nous allons travailler en déterminant les facteurs influençant le taux de succès des entreprises - **objectif spécifique (B)**.

Tableau 4.1 Exemple de données de panels

Individu	Période	Variable 1	Variable 2	...	Variable n
1	1	V_{11}	W_{11}		Z_{11}
1	2	V_{12}	W_{12}		Z_{12}
1	3	V_{13}	W_{13}		Z_{13}
...					
n	1	V_{n1}	W_{n1}		Z_{n1}
n	2	V_{n2}	W_{n2}		Z_{n2}
n	3	V_{n3}	W_{n3}		Z_{n3}

L'utilisation des données de panels a de nombreux avantages. En effet, ces données permettent de suivre les individus dans le temps et sur la manière dont ils évoluent. On peut donc à chaque période connaître les différences entre les individus ou encore faire des comparaisons de groupe d'individu avant et après une réforme, une crise (en l'occurrence pour nous, la CEIC). D'autre part, l'accumulation de données dans le temps permet une meilleure convergence des estimateurs mais aussi de mesurer l'impact des caractéristiques inobservables permanentes dans le temps

Néanmoins, des inconvénients existent. L'un d'entre eux concerne le comportement des entreprises. En effet, les comportements sont généralement stables dans le temps et impliquent une autocorrélation des erreurs. Les t de Student peuvent alors être surévalués et des mesures correctives sont donc à appliquer.

4.3.1.2 Organisation des données

Afin de modéliser les données, il est nécessaire de les assembler correctement. On recense deux méthodes d'organisation des données qui sont l'empilement par individus et l'empilement par dates. L'empilement par date consiste à affecter pour une variable donnée, les réalisations individuelles pour une date t , dans un vecteur colonne. Les n vecteurs colonnes sont ensuite empilés à la suite des uns et des autres.

Dans notre étude, nous opterons pour la méthode d'empilement par individu. L'empilement par individus consiste à affecter pour une variable donnée, les réalisations historiques de chaque individu, dans un vecteur colonne. Les vecteurs colonnes obtenus sont ensuite empilés à la suite des uns des autres. Dans notre cas, nous opterons pour la deuxième.

On considère un échantillon constitué de n firmes, firmes présentes pendant toute la période d'étude et observées à la date t variant de 1 à T . Pour chaque firme, on peut écrire :

$$\forall i \in [1; n], \forall t \in [1; T], y_{i,t} = \alpha_i + X_{i,t} \times \beta + \varepsilon_{i,t}$$

Pour l'individu i à la date t , les p variables explicatives sont dans un vecteur ligne :

$$X_{i,t} = (x_{1,i,t}, \dots, x_{p,i,t})$$

Les paramètres sont regroupés dans un vecteur colonne :

$$\beta = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_p \end{pmatrix}$$

Le terme α est un paramètre qui capte les effets individuels, c'est-à-dire les spécificités atemporelles des individus.

Ainsi, pour chaque firme i , on a $\forall i \in [1; n]$

$$\begin{pmatrix} y_{firme\ i,1} \\ y_{firme\ i,2} \\ \dots \\ y_{firme\ i,T} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_i \\ \dots \\ \dots \\ \alpha_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_{1,firme\ i,1} & x_{2,firme\ i,1} & \dots & x_{p,firme\ i,1} \\ x_{1,firme\ i,2} & x_{2,firme\ i,2} & \dots & x_{p,firme\ i,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{1,firme\ i,T} & x_{2,firme\ i,T} & \dots & x_{p,firme\ i,T} \end{pmatrix} \times \beta + \begin{pmatrix} \varepsilon_{firme\ i,1} \\ \varepsilon_{firme\ i,2} \\ \dots \\ \varepsilon_{firme\ i,T} \end{pmatrix}$$

Autrement dit, le modèle pour un individu s'écrit :

$$y_{firme\ i} = \alpha_i + X_{i,t} \times \beta + \varepsilon_i$$

$\begin{matrix} (T,1) & (T,1) & (T,p) & (p,1) & (T,1) \end{matrix}$

Le paramètre b étant identique pour tous les individus. Le système matriciel pour tous les individus peut s'écrire de la façon suivante en notant :

$$Y = \begin{pmatrix} y_{firme\ 1} \\ y_{firme\ 2} \\ \dots \\ y_{firme\ n} \end{pmatrix} ; \alpha = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_n \end{pmatrix} ; X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix} ; \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

$\begin{matrix} (T,1) & (T,1) & (T,p) & (T,p) & (T,1) \end{matrix}$

$$Y = \alpha + X \times \beta + \varepsilon$$

4.3.2 Modèle à effet individuel

Les modèles à effet individuel qualifient les modèles qui n'ont que pour source d'hétérogénéité les constantes. Ce type de modèle possède donc des coefficients identiques pour les variables explicatives et des constantes individuelles différentes. Ainsi, si on note β_i les coefficients, on a $\forall i \in [1; n], \beta_i \in \mathbb{R}, \beta_i = \beta$.

De plus, les constantes individuelles sont notées α_i . En particulier, $\forall (i, j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N}, \exists (i, j) / \alpha_i \neq \alpha_j$

L'équation du modèle à effets individuels est

$$y_{i,t} = \alpha_i + \hat{\beta} \times x_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Pour faire l'estimation des paramètres du modèle, il est nécessaire de faire quelques hypothèses sur la nature du terme d'erreur $\varepsilon_{i,t}$

Hypothèses sur la nature du terme d'erreur :

$\forall i \in \mathbb{N}, \forall t \in \mathbb{N},$

- $\varepsilon_{i,t}$ est une variable indépendante et identiquement distribuée (i.i.d)
- $\bar{\varepsilon}_{it} = 0$
- $V(\varepsilon_{i,t}) = \sigma_\varepsilon^2$

Deux cas différents se présentent alors en fonction de la nature des constantes individuelles. Si les constantes sont des constantes déterministes, le modèle est dit à effets fixes. Au contraire, si les constantes sont des réalisations d'une variable aléatoire d'espérance et de variance finie, le modèle est dit à effet aléatoire.

4.3.2.1 Modèle à effet fixe

4.3.2.1.1 Présentation

Ce premier modèle est basé sur l'hypothèse que les constantes individuelles α_i sont constantes et propres à chaque unité statistique. Le modèle est donc naturellement dit à effet fixe.

Dans le but d'estimer les paramètres du modèle à effets fixes, il est nécessaire de faire des hypothèses sur la nature des résidus. Ces hypothèses sont les suivantes :

$\forall i \in \mathbb{N}, \forall t \in \mathbb{N}, \forall s \in \mathbb{N}, \varepsilon_{i,t}$ est une variable i.i.d qui satisfait les conditions suivantes :

- L'espérance des résidus est nulle : $E(\varepsilon_{i,t}) = 0$
- Il n'existe aucune corrélation entre le niveau présent du terme d'erreur et son passé. De plus, tous les termes erreurs sont de variance identique quel que soit l'individu considéré : $E(\varepsilon_{i,t}\varepsilon_{i,t}) = \begin{cases} 0 & \text{si } t \neq s \\ \sigma_\varepsilon^2 & \text{si } t = s \end{cases}$
- Il n'existe aucune corrélation entre les termes d'erreurs pour des individus distincts quel que soit la date considérée : $\forall j \neq i, \forall (t, s), E(\varepsilon_{i,t}\varepsilon_{j,s}) = 0$

Le modèle à effets fixes présente une structure des résidus qui vérifient les hypothèses standards des MCO : modèle classique avec variables indicatrices individuelles.

4.3.2.1.2 Estimateur des moindres carrés ordinaires MCO

L'estimateur des MCO des paramètres dans les modèles à effets fixes est aussi appelé estimateur Within. Les estimations sont obtenues à partir d'un modèle transformé où les variables sont centrées par rapport à leurs moyennes individuelles respectives. On n'utilise donc plus les moyennes individuelles pour faire la régression, mais les écarts aux moyennes individuelles. La variance intra groupe est ainsi prise en compte avec cet estimateur.

L'estimateur Within est l'estimateur MCO appliqué au modèle suivant :

$$\forall i \in [1; n], \forall t \in [1; T], y_{i,t} - \bar{y}_i = \beta \times (X_{i,t} - \bar{X}) + \varepsilon_{i,t} - \bar{\varepsilon}_i$$

Il existe un inconvénient majeur à cet estimateur il élimine les variables invariantes dans le temps. On ne peut donc estimer de coefficients que pour les variables qui varient dans le temps.

4.3.2.2 Modèle à effet aléatoire

4.3.2.2.1 Présentation

Le modèle à effet aléatoire diffère de celui à effet fixe au sens que la structure des résidus est différente des modèles à effets fixes. En effet, comme dans toutes analyses économétriques, la variable expliquée est influencée par un grand nombre de facteurs qui ne sont pas tous introduits en tant que variables explicatives. Ces différents facteurs se retrouvent ainsi captés par les résidus. Ces facteurs sont de trois types (Hurlin, 2001):

- Facteurs qui affectent la variable endogène différemment suivant la période et l'individu considéré
- Facteurs qui influencent l'ensemble des individus de façon identique mais dont l'influence dépend de la période considérée (effets temporels)
- Facteurs qui reflètent des différences entre les individus indépendamment du temps (effets individuels)

Les résidus peuvent être décomposés de cette façon (Hsiao, 1986) :

$$\forall i \in \mathbb{N}, \forall t \in \mathbb{N}, \varepsilon_{i,t} = \alpha_i + \lambda_t + v_{i,t}$$

Les effets individuels sont représentés par la variable α_i , cette variable est une variable aléatoire. Les effets temporels sont représentés par la variable λ_t , variable identique pour tous les individus. Finalement, la variable $v_{i,t}$ représente la partie du résidu total qui n'est pas explicitée par les deux variables précédentes. Tout comme pour les modèles à effet fixe, une série d'hypothèses encadre ces résidus.

Hypothèses sur la nature des résidus :

$\forall i \in \mathbb{N}, \forall t \in \mathbb{N}, \forall s \in \mathbb{N}, \varepsilon_{i,t}$ est une variable i.i.d qui satisfait les conditions suivantes :

- $E(\alpha_i) = E(\lambda_t) = E(v_{i,t}) = 0$
- $E(\alpha_i \lambda_t) = E(\lambda_t v_{i,t}) = E(\alpha_i v_{i,t}) = 0$
- $E(\alpha_i \alpha_j) = \begin{cases} \sigma_\alpha^2 & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si } i \neq j \end{cases}$
- $E(\lambda_t \lambda_s) = \begin{cases} \sigma_\lambda^2 & \text{si } t = s \\ 0 & \text{si } t \neq s \end{cases}$
- $E(v_{i,t} v_{j,s}) = \begin{cases} \sigma_v^2 & \text{si } t = s, i = j \\ 0 & \text{si } t \neq s, i \neq j \end{cases}$
- $E(\alpha_i x'_{i,t}) = E(\lambda_t x'_{i,t}) = E(v_{i,t} x'_{i,t}) = 0$

Plusieurs estimateurs existent pour déterminer la valeur des paramètres du modèle. Leur utilisation dépend notamment du modèle choisi et de la nature des termes d'erreurs.

4.3.2.2 *Estimateur des moindres carrés généralisés MCG*

La structure de corrélation des erreurs dans les modèles à effets aléatoires entraîne que la matrice de variance/covariance des erreurs n'est pas diagonale et ne permet pas de résoudre les β du modèle. Pour pallier à ce problème, il est nécessaire de passer par l'estimateur des MCG qui permet de passer par une matrice diagonale et de résoudre ensuite par les MCO.

Les termes d'erreurs du modèle ne doivent pas être corrélés avec les variables explicatives sinon il existera un biais dans les estimations des paramètres.

Cet estimateur est efficace si la matrice des variances/covariances des erreurs est connue. Ce n'est, en général, pas le cas. Il est donc nécessaire de l'estimer et l'estimateur des moindres carrés quasi généralisés sera utilisé.

4.3.2.3 *Estimateur des moindres carrés quasi généralisés MCQG*

L'estimateur des MCQG sera utilisé lorsque l'erreur spécifique ne sera pas corrélée avec les variables explicatives et que la matrice de variance/ covariances des erreurs sera inconnue. Plusieurs méthodes existent pour estimer les composantes de la variance. La méthode de « Swamy Arora » est la plus couramment utilisée. Elle permet d'estimer la matrice en deux étapes à partir d'estimation intra et inter individus. Une fois la matrice connue, elle est utilisée pour transformer les données et estimer le modèle.

4.3.2.3 **Conclusions**

Nous avons pu voir que deux grands modèles existaient pour modéliser les données de panel. Cependant, nous devons choisir lequel de ces modèles se prête le mieux à nos données. Avant même de faire un choix entre les deux modèles, nous pouvons dire que les modèles à effets fixes sont plus généraux que les modèles à effets aléatoires. En effet, la structure des effets individuels n'est pas imposée dans le 2^{ème} modèle. D'autre part, l'estimateur « *within* » ne permet pas l'estimation des coefficients des variables constantes dans le temps pour les modèles à effets fixes. Naturellement, on peut être tenté de modéliser les effets individuels par des effets aléatoires mais il ne faut pas perdre de vue que l'efficacité des modèles aléatoires repose sur l'hypothèse fondamentale qui est qu'il ne doit pas exister de corrélation entre les effets aléatoires et les variables explicatives. Ainsi, le choix des modèles n'est si anodin, il repose sur un test statistique, le test d'Hausman, que nous présenterons dans la suite.

4.3.3 Tests de spécification

4.3.3.1 Test de présence d'effet individuel

Avant de déterminer si nous modélisons les effets individuels par des effets fixes ou aléatoires, il est nécessaire de vérifier qu'on est bien en présence d'effets individuels. Pour cela, on ajoute à la régression un intercepte à chaque individu et on teste l'hypothèse nulle qui est que ces interceptes soient nuls. STATA renvoie la p-value associée après l'exécution de la commande *xtreg*. Si l'hypothèse nulle est rejetée, nous devons prendre compte des effets individuels dans notre modèle.

4.3.3.2 Test de Hausman – Effet fixe versus Effet aléatoire

Le test de spécification de Hausman est un test de spécification qui permet de comparer deux types d'estimateurs (à effet fixe et à effet aléatoire ici) pour le modèle étudié. Il compare la matrice de variance-covariance des deux estimateurs. L'hypothèse nulle du test est l'indépendance des erreurs avec les variables explicatives. Si l'hypothèse nulle est rejetée ($p\text{-value} \leq 5\%$), le modèle à effet fixe sera utilisé.

4.3.3.3 Test de corrélation et d'hétéroscédasticité

Afin de vérifier que les modèles mis en place sont corrects, nous devons procéder à vérification des hypothèses d'homoscédasticité et de corrélation. Pour cela, nous allons réaliser quatre tests. La démarche est largement inspirée du guide d'économétrie de l'université de Montréal (Ouellet, 2005).

Les deux premiers tests visent à vérifier l'homoscédasticité du terme d'erreur autrement dit que la variance des erreurs de chaque individu est constante dans le temps mais aussi qu'elle est la même pour tous les individus ($\forall t, \sigma^2 = \sigma^2$ et $\forall i, \sigma^2 = \sigma^2$).

Les deux tests suivants concernent la possibilité de corrélation des erreurs entre les individus ainsi que les autocorrélations des erreurs pour chaque individu.

4.3.3.3.1 Test d'hétéroscédasticité intra individu

L'hypothèse d'homoscédasticité dans les modèles de données de panel impose que la variance des termes d'erreur ($\varepsilon_{i,t}$) soit la même et ce quel que soit la firme considérée. Autrement dit,

$$\forall i \in [1; n], \forall t \in [1; p], V(\varepsilon_{i,t}) = \sigma_\varepsilon.$$

Si cette hypothèse n'est pas respectée, on parle d'hétéroscédasticité. Ce phénomène ne biaise pas l'estimation des coefficients mais les écarts types trouvés ne sont pas les bons.

Afin de vérifier cette hypothèse, le test de Breusch Pagan peut être utilisé. Ce test vérifie si le carré des résidus peut être expliqué par les variables du modèle. On sera en présence d'hétéroscédasticité si le cas se présente (commandes STATA en annexe A.2). Le résultat de la régression permet de rejeter ou non l'hypothèse nulle qui est l'homoscédasticité : les variables explicatives n'expliquent pas la variance observée.

En présence d'hétéroscédasticité, nous pouvons la corriger en utilisant les MCO et corriger les écarts types par la méthode d'Eiger-White. STATA permet de réaliser facilement la deuxième méthode en utilisant la commande présentée en annexe A.3

Si l'hypothèse d'homoscédasticité est validée, il n'est pas nécessaire de faire le test d'hétéroscédasticité inter-individus 4.3.3.3.2. On peut donc tester les hypothèses de corrélation.

4.3.3.3.2 Test d'hétéroscédasticité inter-individus

En présence d'hétéroscédasticité, il est intéressant d'en savoir plus sur sa forme, à savoir si son origine est intra ou inter individus. STATA propose un module (*xttest3*) qui permet d'obtenir ces informations sur la forme de l'hétéroscédasticité (annexe A.4). Pour ce test, nous utilisons l'estimation par les MCG. L'hypothèse nulle de ce test est l'homoscédasticité intra-individus, c'est-à-dire :

$$\forall t \in [1; p], \sigma_{i,t} = \sigma_i.$$

4.3.3.3.3 Autocorrélation inter-individus

Une des autres hypothèses fondamentales est qu'il ne doit pas exister de corrélation entre la valeur des termes d'erreurs $\varepsilon_{i,t}$ entre chaque individu.

$$\forall (i, j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N}; \forall t \in [1; p] / i \neq j, E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon_{j,t}) = 0$$

Un test de Breusch-Pagan (*xttest2* sous STATA) peut être utilisé pour tester la présence de corrélation. Le test vérifie si la somme des carrés des coefficients de corrélation entre les termes d'erreurs est proche de 0. L'hypothèse nulle de ce test est l'absence de corrélation des termes d'erreurs. Un exemple est présenté en annexe A.5.

4.3.3.4 Autocorrélation intra-individus

Finalement, il ne doit pas exister de corrélation entre la valeur des termes d'erreurs $\varepsilon_{i,t}$ pour chaque individu. C'est-à-dire,

$$\forall i \in \mathbb{N}; \forall t \in \mathbb{N}, \forall s \in \mathbb{N} / t \neq s, E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon_{i,s}) = 0$$

Un test de Wald sous STATA avec la commande *xtserial* permet de vérifier l'hypothèse nulle qui est l'absence de corrélation des erreurs (la commande est présentée en annexe A.6)

4.3.4 Synthèse : choix de la modélisation

Il semble nécessaire de faire un bilan des sections précédentes pour rappeler la démarche du choix du modèle le plus approprié à nos données. La première étape consiste à vérifier qu'il y a des effets individuels. Si ce n'est pas le cas, la régression multiple sera la plus appropriée pour la modélisation. Au contraire, si nous sommes en présence d'effets individuels mais pas d'hétéroscédasticité ni de corrélation, la commande *xtreg* sera utilisée. En présence d'autocorrélation, on utilisera *xtregar*.

De plus, si nous ne sommes dans aucun des cas cités précédemment, nous devons utiliser des variantes de la fonction *xtgls* qui permet une estimation du modèle par la MCG. Cette fonction a l'avantage de pouvoir combiner les différentes conclusions des tests présentés en 4.3.2. La MCG permet d'ajuster le modèle en modifiant la matrice de variance, covariance des erreurs en fonction de la présence d'hétéroscédasticité inter et intra individus et/ou d'autocorrélation inter-individus de type AR1 et/ou de corrélation inter-individus²⁴.

²⁴La modélisation de l'autocorrélation inter-individu est de deux types. Le choix d'une modélisation *AR1* signifie qu'on suppose un coefficient d'auto régression identique à tous les individus. Le choix de *PSAR1* permet aux individus d'avoir des coefficients différents. Toutefois, la première modélisation permet une meilleure estimation des β si l'hypothèse est correcte (Ouellet, 2005).

4.4 Régression logistique binomiale

La partie suivante s'inspire d'un chapitre du cours MTH8302 donné à Polytechnique Montréal par Clément (2016d) et du fascicule détaillé de Rakotomalala (2011) dédié à la régression logistique.

4.4.1 Généralités

La régression logistique binomiale est une méthode d'analyse statistique probabiliste. Contrairement aux régressions linéaires, la variable dépendante est ici dichotomique, c'est-à-dire qu'elle ne peut prendre que deux valeurs (0 ou 1). L'objectif de cette régression est de prédire correctement la valeur de Y tout en quantifiant la probabilité qu' Y a de prendre telle ou telle valeur. La valeur que va renvoyer le modèle en sortie dépend de la règle d'affectation choisie (par exemple Y vaut 1 si la probabilité d'affectation est supérieure à 0,5).

Dans notre étude, nous voulons quantifier les facteurs qui déterminent la présence d'entreprises hors Québec (Y) sur un appel d'offres - **objectif spécifique (C)**. La variable dépendante que nous avons choisie est dichotomique, elle prend la valeur $Y = 1$ lorsque le soumissionnaire est hors Québec et $Y = 0$ lorsque le soumissionnaire est québécois. Des « odds ratio » ou rapports des cotes sont associés à ces deux événements. Ils mesurent l'effet des variables indépendantes sur la probabilité que l'événement considéré ait lieu. Par exemple, considérons le ratio suivant $OR = \frac{P(Y=1)}{P(Y=0)}$. Supposons qu'il soit supérieur à 1 pour la variable indépendante X_i . Alors la probabilité que l'événement ait lieu ($Y = 1$) augmente lorsque X_i augmente d'une unité et inversement si le rapport est inférieur à 1.

Dans le cadre d'une approche binomiale, la fonction de régression logistique est donnée par la combinaison suivante des variables indépendantes $X = [X_1; X_2; \dots; X_n]$ et des coefficients de la régression $\beta = [\beta_1; \beta_2; \dots; \beta_n]$:

$$\pi(X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n}}$$

Les coefficients de la régression sont inconnus et sont estimés par la méthode de maximisation de la vraisemblance.

4.4.2 Évaluation de la régression

L'évaluation des modèles logistiques est très différente de celle des modèles linéaires. La différence fondamentale réside dans le fait que les modèles logistiques sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance et non par la méthode des moindres carrés.

Les indicateurs qui permettent d'évaluer les régressions linéaires ne sont donc plus adaptés. De nombreux autres indicateurs existent et sont pour la plupart spécifiques aux régressions logistiques.

4.4.2.1 Matrice de confusion et indicateurs associés

La matrice de confusion permet de confronter les valeurs observées de la variable dépendante avec celles qui sont prédites par le modèle. On peut donc comptabiliser le nombre de fois où les prédictions ont été correctes ou au contraire fausses. Le Tableau 4.2 donne un exemple de matrice de confusion.

Tableau 4.2 Matrice de confusion

Observé vs. Prédit	0 prédit	1 prédit	Total
0 observé	a	b	$a + b$
1 observé	c	d	$c + d$
Total	$a + c$	$b + d$	$n = a + b + c + d$

Il existe un vocabulaire spécifique aux termes de la matrice de confusion. Les observations qui ont été prédites correctement à 0 (a) sont appelées les vrais positifs tandis que celles correctement prédites à 1 sont appelées les vrais négatifs. Pour b et c , on parlera respectivement de faux positifs et de faux négatifs.

A partir de cette matrice, plusieurs indicateurs peuvent être calculés. Ils permettent de juger de la qualité de la régression. On retrouve :

- **Taux d'erreur**

Il correspond au nombre de mauvaises affectations rapporté au total du nombre d'observations.

$$\varepsilon = \frac{b + c}{n}$$

Afin de comparer les taux d'erreur, il est nécessaire d'introduire un nouvel indicateur. Pour cela, on construit une matrice de confusion qui ne prend pas en compte les informations de la régression. La matrice est construite à partir d'une règle simple : on affecte la modalité majoritaire à tous les individus. On calcule ensuite le taux d'erreur de cette nouvelle matrice, qu'on peut comparer au précédent.

Un pseudo- R^2 est construit à partir de ces taux d'erreur. Il est donné par la formule suivante :

$$R^2 = 1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\text{défaut}}}$$

- **Sensibilité et spécificité**

La sensibilité (S_e) correspond au nombre de vrais positifs correctement prédit parmi les positifs observés. On appelle aussi ce rapport taux de vrais positifs.

$$S_e = \frac{a}{a + b}$$

La spécificité (S_p) correspond au nombre de vrais négatifs correctement prédit parmi les négatifs observés. On appelle aussi ce rapport taux de vrais négatifs.

$$S_p = \frac{d}{c + d}$$

- **Rapport de vraisemblance**

Le rapport de vraisemblance correspond à la probabilité d'être correctement prédit par rapport à ne pas l'être. Plus le rapport est élevé et plus le modèle sera bon.

$$L = \frac{S_e}{1 - S_p}$$

Finalement, on dira qu'un modèle est « bon » lorsqu'il présente des valeurs faibles de taux d'erreur et de taux de faux positifs (proche de 0) mais des valeurs élevées de sensibilité, précision et spécificité (proche de 1).

4.4.2.1.1 Inconvénients de la matrice de confusion

La matrice de confusion a un inconvénient notable toutefois. En effet, celle-ci repose uniquement sur les prédictions du modèle sans tenir compte des probabilités estimées (notamment au niveau

du choix 0,5). D'autre part, la taille des groupes considérés est importante. Il est aisé de se rendre compte que le groupe dans lequel il y a le plus d'observations va biaiser la répartition.

4.4.2.2 La courbe ROC

La courbe ROC permet l'évaluation et la comparaison des performances des modèles à partir d'information graphique. Elle représente le tracé de la sensibilité en fonction de la spécificité. Alors qu'on compare habituellement les prédictions à une valeur seuil dite médium (seuil = 0,5), la courbe ROC permet de généraliser cette idée en faisant varier le seuil entre 0 et 1. Pour chaque valeur seuil, une nouvelle matrice de confusion est construite et en sont tirées la sensibilité et la spécificité. Dans le même graphique est tracé la première bissectrice.

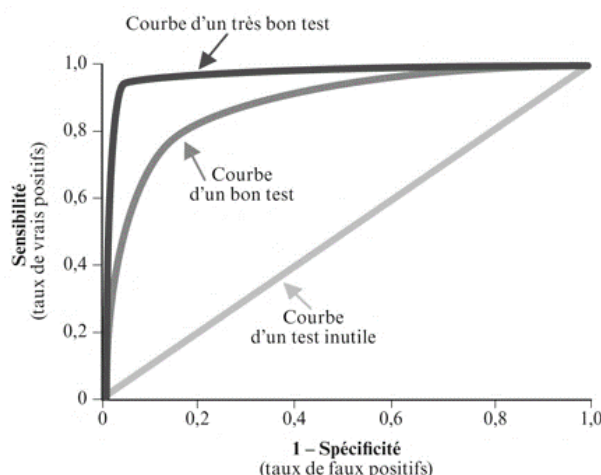


Figure 4.6 Courbes ROC²⁵

La courbe ROC est ensuite caractérisée par un indicateur numérique qui correspond à l'aire entre les deux courbes tracées. On nomme cet indicateur AUC (*Area Under Curve*). Les valeurs prises par l'AUC sont interprétables. Le tableau ci-dessous permet de mettre en évidence ces interprétations :

²⁵ Figure extraite du site: www.revmed.ch, consulté le 07/09/2016

Tableau 4.3 Interprétation des valeurs prises par l'AUC (Rakotomalala, 2011)

AUC	Commentaires
= 0,5	Aucune discrimination
$0,7 \leq \text{AUC} < 0,8$	Discrimination acceptable
$0,8 \leq \text{AUC} < 0,9$	Discrimination excellente
$\text{AUC} \geq 0,9$	Discrimination exceptionnelle

4.4.2.3 Logarithme de vraisemblance

Le logarithme de la vraisemblance est noté LL. A l'instar de la vraisemblance, on va chercher à maximiser sa valeur. La vraisemblance correspond à la probabilité d'obtenir l'échantillon voulu à partir d'un tirage dans la population (Rakotomalala, 2011). Le LL est le point de départ du calcul de nombreux autres indicateurs renseignant sur la qualité d'ajustement du modèle comme notamment la déviance ou différents R^2 .

On note aussi LL_0 le logarithme de vraisemblance d'un modèle trivial ne prenant en compte que la constante.

$$LL_0 = n \times \ln(1 - p^+) + n^+ \times \ln\left(\frac{p^+}{1 - p^+}\right)$$

Où n : nombre total d'observations

n^+ : nombre d'observations positives

n_k : nombre d'observations / $Y = Y_k$, k-ième modalité de Y ;

p^+ : proportion d'observations positives.

4.4.2.4 Déviance

À l'inverse du logarithme de vraisemblance, l'objectif est de minimiser la valeur de la déviance. Sa valeur est donnée par :

$$D = -2 \cdot LL$$

Cet indicateur est le parallèle du critère des moindres carrés des modèles linéaires.

4.4.2.5 AIC (*Akaike Information Criterion*)

L'AIC est très proche de la déviance par sa formule. Toutefois, il s'en distingue en prenant en compte le nombre de paramètres du modèle (noté p ici).

$$AIC = 2 \cdot p - 2 \cdot LL$$

Comme pour la déviance, l'objectif est de minimiser sa valeur. Néanmoins, la prise en compte du nombre de paramètres dans la formule limite cette minimisation : les modèles trop complexes sont ainsi pénalisés.

4.4.2.6 Pseudo R^2

Par analogie avec les modèles de régression linéaire, des R^2 ont été mis en place pour juger de la qualité de la régression. Ces derniers sont appelés « pseudo- R^2 » et comparent le logarithme de vraisemblance du modèle avec celui d'un modèle trivial où aucune variable n'est prise en compte. L'objectif est bien entendu d'avoir un modèle qui prédit mieux que le modèle trivial.

Dans la littérature, nous retrouvons plusieurs pseudo R^2 : le R^2 de Mac Fadden, de Efron ou encore de Cragg et Uhler's. Toutefois, le pseudo R^2 dont le calcul se rapproche le plus du concept du R^2 que l'on retrouve en régression logistique est celui de Mac Fadden :

$$R^2_{Mac\ Fadden} = 1 - \frac{LL}{LL_0}$$

4.4.2.7 Analyse des résidus

L'analyse des résidus pour la régression logistique binomiale se fait exactement dans le même esprit que la régression linéaire multiple que nous avons décrit en 4.2.3 Validation de la régression.

4.4.3 Estimation des paramètres de la régression

Les différents paramètres de la régression sont estimés comme pour les régressions linéaires. Il est donc nécessaire de savoir s'ils sont significatifs ou non. STATA renvoie les paramètres estimés, les rapports de cotes correspondants ainsi que la p-value associée qui permet de juger de la significativité ou non. Ces paramètres permettent d'écrire l'équation de prédiction.

4.5 Conclusion

Ce troisième chapitre nous a permis de présenter les méthodes et les techniques de modélisations statistiques que nous allons utiliser pour répondre à nos sous-objectifs de recherche. Tout d'abord, nous mettrons en place un modèle de régression linéaire multiple pour (A) caractériser l'intensité de la concurrence et ses déterminants. Puis, nous mettrons en place un modèle de régression sur données de panel pour (B) déterminer les facteurs influençant le taux de succès des entreprises. Enfin, un modèle de régression logistique sera mis en place pour répondre à notre dernier sous objectif (C) qui est de déterminer les facteurs influençant la présence d'entreprise étrangère dans les appels d'offres. Pour chacune de ces modélisations, nous effectuerons les tests statistiques associés permettant de confirmer ou au contraire d'infirmer les résultats obtenus.

CHAPITRE 5 CRÉATION DES BASES DE DONNÉES

Le présent chapitre a pour objectif de présenter les étapes de la création des bases de données qui serviront de base aux modélisations statistiques que nous avons présentées dans le chapitre précédent. Les bases de données créées sont en quelque sorte la réunion de deux autres bases de données qui sont le registre des entreprises québécoises ainsi que le système électronique d'appel d'offres du gouvernement du Québec.

5.1 Le système électronique d'appel d'offres du gouvernement du Québec

5.1.1 Présentation générale

Le SEAO est le site internet officiel des avis de marchés publics du Québec provenant des organismes publics. Autrement dit, le SEAO est l'interface officielle entre les organismes publics et les entreprises privées. On entend par organisme public québécois les ministères et organismes publics de l'administration gouvernementale, les organismes du réseau de l'éducation, les organismes du réseau de la santé et des services sociaux ainsi que les municipalités et les autres organismes municipaux. Les organismes publics sont dans l'obligation d'utiliser le SEAO pour la publication de leurs avis, la distribution de leurs documents d'appel d'offres et la publication des renseignements de leurs contrats²⁶ (description des travaux, modalités d'exécution, conditions d'admissibilité, conditions de conformité, listes de documents exigibles, modalités d'ouverture des soumissions, règles d'adjudication, etc.). Les appels d'offres publics québécois sont publiés obligatoirement au SEAO depuis 2009 pour les organismes publics et ont été rendus obligatoires pour les contrats municipaux en avril 2011 et regroupent les approvisionnements en biens, services, les travaux de construction, les concessions, les ventes de biens immeubles ou encore les ventes de biens meubles.

²⁶ Source SEAO : <https://www.seao.ca/information/apropos.aspx>

5.1.2 Les données

Les données issues du SEAO sont disponibles en libre accès sur le site du gouvernement du Québec.²⁷ Les entrées de la base de données du SEAO sont nombreuses (36). Celles-ci sont toutes énumérées en annexe. On retrouve notamment l'organisme émettant l'appel d'offres, les soumissionnaires, mais aussi des informations sur la nature des travaux et du contrat ainsi que des précisions sur la méthode d'adjudication.

Notre étude va se focaliser sur **les seuls contrats octroyés par le Service de la gestion contractuelle et le Service des acquisitions du MTQ allant de janvier 2009 à décembre 2015**. N'ont été retenus également que les **contrats de construction**, éliminant ainsi les contrats relatifs à l'approvisionnement en biens, tels que de la machinerie ou des matériaux. Ont aussi été éliminés les contrats s'apparentant à des services typiquement fournis par de la main-d'œuvre exclusivement locale ou à des services qui ne sont pas dans le domaine de la construction ou du génie (annexe B.2).

5.1.2.1 Format des données

Les données du SEAO sont téléchargeables au format XML. La base de données se présente comme sur la Figure 5.1

datepublication	numero	seao	organisme	titre	nomorganisation
2015-05-13 09:12	893957		Ministère des Transports du Québec	Déneigement et déglacage (incluant la fourniture des matériaux) des chemins Saint-Armand, Richford	Donald Carey enr
2015-05-13 10:09	893973		Ministère des Transports du Québec	Déneigement, déglacage et fourniture des matériaux des routes 317 et 323 (Ripon, Montpellier et div	Excavation R.B. Gauthier Inc
2015-05-21 11:29	895828		Ministère des Transports du Québec	Préparation de l'avant-projet définitif et de plans et devis relatifs à la structure située sur la route 341	CIMA+
2015-05-21 11:29	895828		Ministère des Transports du Québec	Préparation de l'avant-projet définitif et de plans et devis relatifs à la structure située sur la route 341	Beaudouin Hurens
2015-05-21 11:29	895828		Ministère des Transports du Québec	Préparation de l'avant-projet définitif et de plans et devis relatifs à la structure située sur la route 341	SNC-Lavalin Inc.
2015-05-21 11:29	895828		Ministère des Transports du Québec	Préparation de l'avant-projet définitif et de plans et devis relatifs à la structure située sur la route 341	Les Services Exp Inc
2015-05-21 11:29	895828		Ministère des Transports du Québec	Préparation de l'avant-projet définitif et de plans et devis relatifs à la structure située sur la route 341	Stantec Experts-conseils Itée
2015-06-30 14:10	907133		Ministère des Transports du Québec	Contrôleur ATC TS2	Econolite Canada
2015-06-30 14:10	907133		Ministère des Transports du Québec	Contrôleur ATC TS2	Tacel Itée
2015-06-30 14:10	907133		Ministère des Transports du Québec	Contrôleur ATC TS2	Orange Traffic
2015-06-30 14:10	907133		Ministère des Transports du Québec	Contrôleur ATC TS2	Électroméga Itée
2015-07-13 16:02	910347		Ministère des Transports du Québec	Entretien ménager d'une halte routière et exploitation d'une cantine mobile sur l'autoroute 20, direct	9109-3872 Québec inc. (Cantine André)
2015-07-13 16:02	910347		Ministère des Transports du Québec	Entretien ménager d'une halte routière et exploitation d'une cantine mobile sur l'autoroute 20, direct	Service d'Entretien Global (4182901 Canada inc.)
2015-07-13 16:02	910347		Ministère des Transports du Québec	Entretien ménager d'une halte routière et exploitation d'une cantine mobile sur l'autoroute 20, direct	Québec-Proynet Inc
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	Les Services Exp Inc
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	Groupe SNC-Lavalin Inc.
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	Roche Itée, Groupe-conseil
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	CIMA+
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	WSP Canada Inc.6666666
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	AECOM Consultants Inc.1
2015-07-14 11:28	910561		Ministère des Transports du Québec	Avant-projet définitif des plans et devis relatif à la réparation des ponts d'étagement situés au-dessus	Stantec Experts-conseils Itée
2015-07-16 11:36	911304		Ministère des Transports du Québec	Boîtier pour coffret CTC	Métafab (1996) Inc.
2015-07-16 11:36	911304		Ministère des Transports du Québec	Boîtier pour coffret CTC	Électroméga Itée.
2015-07-16 11:36	911304		Ministère des Transports du Québec	Boîtier pour coffret CTC	Tacel Itée

Figure 5.1 Extrait de la base de données du SEAO

²⁷ Les données du SEAO sont téléchargeables à l'adresse internet suivante : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/systeme-electronique-dappel-doffres-seao>

Chaque ligne de la base de données correspond à une soumission faite par une entreprise. On retrouve le contrat rattaché à cette soumission par le numéro SEAO qui est propre à chacun des appels d'offres (l'encadré rouge correspond à trois soumissions faites par trois entreprises pour un appel d'offres).

Les critères d'adjudication des contrats de services d'ingénierie (qualité et prix) impliquent qu'il est seulement renseigné le montant soumis pour le soumissionnaire qui a été retenu dans les données du SEAO. La structure de la base de données est donc bien différente de celle des contrats de construction où les prix soumis de chaque soumissionnaire sont mentionnés. Nous considérerons ainsi que les contrats de construction pour les analyses descriptives et les modélisations statistiques.

5.1.2.2 Problématiques liées aux données

La base de données ainsi téléchargée présente certains obstacles en égard à son exploitation pour les fins de la recherche. Ces obstacles sont liés à des données manquantes ou des erreurs de frappes. Nous allons faire un portrait de ces différentes problématiques ci-dessous.

5.1.2.2.1 Noms des organisations

Les compagnies qui ont répondu à différents appels d'offres du SEAO peuvent voir leurs noms changer d'une soumission à une autre à cause notamment d'erreurs de frappe ou d'ajout de caractères ou de mot comme l'année. Il n'est donc pas possible de suivre les soumissions d'une même entreprise au cours du temps. Pour résoudre ce problème, nous avons mis en place une méthodologie d'uniformisation des noms de toutes les compagnies présente dans le SEAO. Cette méthodologie est présentée en annexe D.1.

5.1.2.2.2 Doublons

Les données du SEAO sont téléchargeables par bloc d'années ou de mois. Il faut donc assembler tous ces fichiers en un seul. On remarque alors la présence de doublons pour certains contrats. Ces doublons résultent du fait que des avis ont pu être émis à une date t et ont ensuite été révisé à une date $t + 1$. Il faut donc supprimer les contrats qui ont été émis à la date t et conserver les contrats révisés. Les révisions portent principalement sur des corrections dans les montants soumis ou dans l'ajout d'un nouveau soumissionnaire.

5.1.2.2.3 *Données incomplètes*

Plusieurs variables du SEAO ne peuvent pas être exploitées du fait qu'elles sont mal renseignées. C'est notamment le cas de l'entrée « Code UNSPSC ». Le United Nations Standard Products and Services Code²⁸ est spécifié pour chaque numéro SEAO. Ce code permet d'avoir une idée précise sur la nature des biens ou des services demandés par le contrat. Néanmoins, il n'est pas suffisamment détaillé dans les appels offres du SEAO. En effet, il précise la plupart du temps seulement le segment des biens ou des services demandés par exemple « Travaux de construction » et non la « famille », la « classe » et le type de « produits » demandés. Il permettra toutefois de supprimer de la base de données tous les contrats s'apparentant à des services typiquement fournis par de la main-d'œuvre exclusivement locale ou à des services qui ne sont pas dans le domaine de la construction ou du génie, par exemple les services d'hommes à tout faire, d'informatique, de déneigement, de défrichage, de location de machinerie lourde ou d'édition, de design, de graphisme et de beaux-arts. Les contrats reliés à ces codes (les codes sont présentés en annexe) ont été éliminés de notre analyse.

5.1.2.2.4 *Lieu d'exécution du projet*

La base de données du SEAO ne contient pas une variable précisant directement la localisation des projets. On connaît la ou les régions de livraison du contrat. Néanmoins, on constate que de nombreuses localisations sont précisées dans l'entrée « titre » de la base de données. L'entrée « titre » précise en effet, en plus de la description grossière des travaux, la ou les municipalités où se seront exécutés les travaux. Par exemple, pour le contrat n° SEAO 828221 émis par le MTQ, le titre est « Réparation et sécurisation des structures de l'A-40, entre l'A-520 et la rue Deslauriers (Montréal et Mont-Royal) ». On a donc la localisation du projet.

La localisation du lieu d'exécution du projet est donc possible pour de nombreux contrats. Cependant, pour un certain nombre d'entre eux que nous avons quantifié (en annexe C.1), nous ne

²⁸ L'UNSPSC est un système de codage à huit chiffres pour classer à la fois les produits et les services dans les systèmes de commerce électronique. C'est une nomenclature de plus de vingt mille catégories, avec une structure hiérarchique à quatre niveaux : « Segment », « Famille », « Classe » et « Produit ». On retrouve la classification dans le site du SEAO http://www.seao.ca/Recherche/ajouter_UNSPSC.aspx.

pouvons pas préciser le lieu de réalisation, et ce pour de multiples raisons. Parmi ces raisons, une provient du fait que le lieu du projet est quelquefois précisé à partir d'abréviations qui sont relatives à des territoires plus ou moins vastes. Parmi ces abréviations, on retrouve :

- **MRC** ou municipalités régionales de comté. Ce sont des entités administratives assurant la gestion régionale des municipalités locales qui sont regroupées en des communautés supra locales jouissant chacune d'un pouvoir de juridiction et réglementation dévolu par le gouvernement du Québec, sur un territoire désigné sous le nom de comté. On en dénombre 84 à travers le Québec pour 1110 municipalités²⁹.
- **CS** ou commission scolaire. Les CS gèrent l'enseignement public sur une portion de territoire déterminée. On dénombre 72 commissions scolaires à travers le Québec³⁰. Une particularité du SEAO est qu'il précise la/les municipalité(s) rattachée(s) à la commission scolaire en question.
- **TNO** ou territoire non organisé. Corresponds à une région qui ne fait partie d'aucune municipalité locale. La gestion est assurée par la municipalité régionale de comté (MRC) dont il fait partie.
- **DT** ou direction territoriale. Le MTQ a décentralisé ses services sur le territoire québécois à travers 11 directions territoriales³¹.

Ainsi pour la suite de l'étude, il ne sera pas possible de préciser le lieu du projet lorsque sera mentionné seulement la MRC, le TNO ou le DT étant donné la grande superficie que chacun couvre. En ce qui concerne les commissions scolaires, on rattachera la/les municipalité(s) associée(s) au lieu du projet.

D'autre part, certains contrats ont des nominations qui ne précisent pas la localité des travaux de manière précise : « réalisé pour un centre de services », « territoire du centre d'opération », « dans

²⁹ Document se rapportant à l'organisation municipale du Québec en 2011 :

http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/organisation_municipale/organisation_territoriale/organisation_municipale_2016.pdf

³⁰ La liste des différentes CS est disponible sur le site suivant : <http://www.insertion.qc.ca/?Liste-des-commissions-scolaires-au>

³¹ La liste des différentes DT est disponible sur le site suivant : <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/nous-joindre/directions-territoriales/Pages/directions-territoriales.aspx>

la direction de ». Par exemple, le numéro de contrat SEAO n° 909708 intitulé « Installation d'une clôture grande faune et de passages anti-cervidés sur la route 169 dans la réserve faunique des Laurentides » est un exemple de projet où le lieu de projet ne peut pas être localisé précisément.

5.1.2.2.5 Date

Dans le fichier sont renseignées de nombreuses dates. On retrouve la date de début, la date de fin, la date de publication, la date de fermeture, la date de saisie d'ouverture, la date de saisie de l'adjudication et la date d'adjudication. Nous considérerons uniquement la date de publication de l'avis.

5.1.3 Données utiles

Finalement, le tableau ci-dessous regroupe les différentes variables qui seront conservées dans la base de données. Ces dernières seront utilisées soit directement en tant que variables ou comme un moyen d'en calculer de nouvelles. De plus, une justification sommaire de la présence de chacune d'entre elles est aussi faite dans la colonne de droite.

Tableau 5.1 Données utiles à l'analyse ou à la construction de variables et justification sommaire

Variables	Justifications
Maitrise d'ouvrage	
Date de publication	Suivi temporel
Nom organisme public	Contrats émis seulement par le MTQ
Contrats	
Numéro SEAO	Nombre de soumissionnaires par AO
Type	Mode de passation
Nature	Construction
Région de livraison	Région de réalisation du contrat
Titre	Lieu de réalisation du contrat - Type de contrat
Montant contrat	Montant retenu pour le contrat
Soumissionnaires	
Nom des soumissionnaires	Registre
Adresse	Distance et Nationalité
Montant soumis	Classement pour les contrats de construction

5.2 Registraire des entreprises du Québec

5.2.1 Présentation générale

Le registraire des entreprises regroupe et diffuse publiquement les informations prescrites par la loi et relatives aux entreprises constituées au Québec ou qui y exercent des activités. On y retrouve un certain nombre d'informations sur l'entreprise comme ses différents établissements, ses actionnaires ou encore son nombre de salariés au Québec. Cependant, contrairement au SEAO, il n'existe pas de données téléchargeables. Les données sont seulement consultables, le site du registraire des entreprises du Québec permet ainsi de faire des recherches par nom ou par numéro d'entreprise du Québec (NEQ).

Il est à noter que des conditions d'utilisations³² du site existent. Celles-ci visent notamment à l'interdiction d'un prélèvement massif des données du registre. Compte tenu de ces conditions d'utilisations, l'extraction ne pourra pas être automatisée par l'intermédiaire, par exemple, du module Visual Basic d'Excel. Les données devront être récupérées manuellement.

5.2.2 Les données

5.2.2.1 Format des données

Le registraire des entreprises est donc seulement un site consultatif où il est possible de faire des recherches par nom d'entreprises ou par NEQ. L'interface du site est présentée à travers la figure ci-après (Figure 5.2).

Recherche simple

Inscrivez le nom ou le numéro associé à l'entreprise recherchée, puis cliquez sur Rechercher. Pour effectuer une recherche par nom ou par mots apparentés, ou encore pour préciser le domaine, le type ou l'étendue de la recherche, cliquez sur « Recherche avancée ». Consultez les [instructions relatives à la recherche](#) pour obtenir plus d'information.

La recherche simple permet de vérifier l'utilisation d'un nom au registre des entreprises avant de procéder à une demande de constitution ou à une déclaration d'immatriculation. Les résultats d'une telle recherche peuvent être acceptés à titre de rapport de recherche.

Objet de la recherche

☐ Je reconnais avoir lu, compris et accepté les [conditions d'utilisation](#) du service en ligne Rechercher une entreprise au registre.

[Recherche avancée](#) **Rechercher**

Figure 5.2 Capture d'écran de la fenêtre de recherche du registraire des entreprises du Québec

5.2.2.2 Détails sur les données

Une fois la recherche lancée, nous obtenons la carte d'identité complète de l'entreprise. Nous retrouvons son domicile, sa forme juridique, ses secteurs d'activités, son nombre de salariés, ses actionnaires, ses différents établissements, les noms utilisés au Québec ou encore son historique de fusion.

³² Conditions d'utilisation du registraire des entreprises du Québec :

https://www.registreentreprises.gouv.qc.ca/RQAnonymeGR/K1/K102/K102A1_08C_PIU_PagesCommunes_PC/P_AideSimple.aspx?IdPage=3058&IdTitrePage=58234&IDsTextes=58221

5.2.3 Données utiles

Parmi toutes les données qui sont renseignées sur le site, cinq d'entre elles vont être extraites du site : le nombre de salariés de l'entreprise, la date de création et/ou de dissolution de l'entreprise et la structure de propriété des entreprises ainsi que leurs origines géographiques.

5.2.3.1 Nombre de salariés des entreprises

Le registre des entreprises donne une classification précise de la taille des entreprises en termes de nombre de salariés employés au Québec à travers 12 intervalles (annexe D.3). Néanmoins, il n'est pas possible de connaître son évolution au cours du temps.

5.2.3.2 Date de création ou de dissolution des entreprises

Nous considérons les entreprises sur la période de 2009 à 2015. Il est donc primordial pour en faire un suivi précis de savoir quand est-ce que les entreprises ont été créées ou dissolues.

5.2.3.3 Structure de propriété des entreprises et origine géographique

Afin de connaître la structure de propriété des entreprises ainsi que leur origine géographique plusieurs étapes sont nécessaires. Un exemple de recherche est sûrement le plus parlant. La recherche va être conduite avec une entreprise qui a été renseignée comme domiciliée au Québec dans le SEAO et qui se trouve être l'entreprise EUROVIA QUÉBEC CONSTRUCTION (3200, boulevard Hubert-Biermans, Shawinigan, G9N 04A, QC, CAN) pour le numéro SEAO suivant n° 891635.

Une partie du résultat de la recherche est donnée à la figure ci-dessous. L'établissement qui était renseigné dans le SEAO est retrouvé (avec l'adresse au Québec – encadré rouge).

Numéro d'entreprise du Québec (NEQ)		1169491884
Nom		Eurovia Québec Construction Inc.

Établissements		
Numéro et nom de l'établissement	Adresse	Activités économiques (CAE)
0011 - Eurovia Québec Construction Inc.	200-1550 rue Ampère Boucherville (Québec) J4B7L4 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
(Établissement principal)		
0010 - Eurovia Québec Construction Inc.	2 ch. des Carrières Bromont (Québec) J2L1S3 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
0009 - Eurovia Québec Construction Inc.	6200 rue Saint-Patrick Montréal (Québec) H4E1B3 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
0008 - Eurovia Québec Construction Inc.	20 rue Émile-Bond Gatineau (Québec) J8Y3M7 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
0007 - Eurovia Québec Construction Inc.	100 ch. de la Carrière Carignan (Québec) J3L0N5 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
0006 - Eurovia Québec Construction Inc.	136 boul. Perron O New Richmond (Québec) G0C2B0 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
0005 - Eurovia Québec Construction Inc.	3200 boul. Hubert-Biermans Shawinigan (Québec) G9N0A4 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)
0004 - Eurovia Québec Construction Inc.	2300 ch. Bel-Horizon Hatley (Québec) J0B2C0 Canada	Entretien des routes, rues et ponts (4591)

Premier actionnaire Le premier actionnaire est majoritaire.	
Nom	EUROVIA CANADA INC.
Adresse	200-1550 rue Ampère Boucherville (Québec) J4B7L4 Canada

Figure 5.3 Résultat de la recherche sur le registraire des entreprises

L'actionnaire majoritaire est une entreprise domiciliée au Canada qui regroupe les différents établissements du pays. Une nouvelle recherche est faite avec le nom de cet actionnaire majoritaire : EUROVIA CANADA INC.

Premier actionnaire Le premier actionnaire est majoritaire.	
Nom	EUROVIA S.A.
Adresse	18, PLACE DE L'EUROPE RUEIL-MALMAISON CEDEX 92565 FRANCE

Figure 5.4 Résultat de la recherche pour la compagnie EUROVIA CANADA INC.

Le résultat de cette nouvelle recherche est présenté sur la figure ci-dessus. L'entreprise EUROVIA QUÉBEC CONSTRUCTION est donc une filiale d'une entreprise étrangère qui est en l'occurrence française. La détermination de la propriété des entreprises n'est pas évidente et peut conduire à faire plus d'une recherche pour connaître la structure de propriété des entreprises considérées.

5.3 Enrichissement et réorganisation de la base de données

5.3.1 Processus de création de nouvelles variables

Avant de construire les bases de données qui serviront à nos modélisations, nous travaillons sur directement sur la base de données du SEAO tel que présentée à la Figure 5.1. Nous implantons de nouvelles variables qui seront ensuite réutilisées à la fois dans la base de données en panel et en « contrats ».

5.3.1.1 A partir des données du SEAO

5.3.1.1.1 Type de projet

Nous avons mentionné en début de chapitre que les codes UNSPSC ne permettaient pas une classification précise des différents contrats de construction. Néanmoins, nous avons pu constater qu'il y avait de l'information exploitable sur le type de projet dans les intitulés des contrats. À partir de ces derniers, nous proposons une classification en six catégories de tous les contrats de construction. La distinction entre chaque catégorie repose sur des champs d'expertise différents. Les catégories sont les suivantes : projets routiers, projets de ponts, projets connexes (signalisation, marquage, pose de clôtures), projets de préparation (nivellement, déblais, fondations), projets mixtes et enfin les projets « autres » (autrement dit ne pouvant pas être classifiés dans les catégories précédentes). Les mots utilisés pour l'analyse textuelle sont présentés en annexe C.6.

5.3.1.1.2 Lieu du projet

Afin de calculer la distance entre le lieu d'exécution du projet et l'adresse des soumissionnaires, il est nécessaire de créer une nouvelle entrée dans la base de données qui correspond au lieu d'exécution du projet. Comme il l'a été mentionné en 5.1.2.2.4, la localisation du projet est indiquée la plupart du temps dans le titre des contrats. Il est donc nécessaire d'extraire, pour les contrats où c'est possible, la municipalité où le projet est exécuté.

Ce travail ne peut pas être automatisé via une macro car les municipalités où ont lieu les projets ne sont pas toutes renseignées de la même façon (municipalité sans parenthèses, avec parenthèses, après commission scolaire, etc.). Cette structure de cellule « non logique » conduit à mener le

travail de façon manuelle. Une méthodologie a néanmoins été mise en place afin de traiter plus rapidement ce problème (annexe C.1).

5.3.1.1.3 Calcul de la distance entre le soumissionnaire et le lieu d'exécution du projet

Une fois les lieux du projet et les adresses complètes des soumissionnaires précisées, le calcul de la distance routière est possible. Pour la calculer, le service Google Maps API³³ est utilisé. Ce service s'adresse aux développeurs d'applications ou site web utilisant la localisation pour différents objectifs (informations actualisées sur des millions d'endroits, fuseau horaire de n'importe quel endroit du monde, durée de trajet et distance pour plusieurs destinations etc.). Le dernier objectif est celui qui répond à la problématique de calcul de la distance entre deux points. En effet, il permet de fournir les distances et les durées des trajets pour une matrice de points de départ et de destinations. L'obtention de la distance se fait en deux étapes : la première consiste à faire le calcul de l'itinéraire demandé et la deuxième à en extraire la distance calculée. La procédure est expliquée précisément en annexe C.2.

Pour les projets à cheval sur plusieurs municipalités, nous avons pris en compte la distance moyenne du soumissionnaire à ces deux municipalités. Il est à noter que la plupart du temps, les villes sont très proches.

5.3.1.1.4 Nombre de soumissionnaires par AO

Une nouvelle variable qui renseigne sur le nombre de soumissionnaires à un appel d'offres ayant fait une offre a été créée. On comptabilise le nombre de fois où un même numéro SEAO apparaît et on renvoie cette valeur dans la colonne voulue sur le nombre de lignes où le numéro SEAO est le même.

5.3.1.1.5 Catégories des contrats

Les contrats sont accessibles à des entreprises canadiennes lorsque les montants de ces derniers dépassent un certain seuil qui est pour les contrats de construction et de services d'ingénierie 100k\$. D'autre part, ces contrats sont accessibles aux entreprises étrangères dont leur pays de domiciliation

³³Google API : <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/intro?hl=fr#RequestParameters>

est signataire de l'AMP et ce lorsque les montants sont supérieurs aux seuils définis par l'accord (Tableau 3.2 Seuil de l'AMP pour la construction entre 2012 et aujourd'hui). Les contrats inférieurs ou égaux à 25k\$ peuvent être conclus sans appel d'offres, mais par procédure de gré à gré. En fonction de ces montants, nous allons créer quatre catégories différentes. Ces catégories sont résumées dans le Tableau 5.2.

Tableau 5.2 Catégorisation des contrats de construction par montant³⁴

Catégorie	Contrats de construction
1	$\leq 25\text{k\$}$
2	$25\text{ k\$} < X < 100\text{ k\$}$
3	$100\text{ k\$} \leq X < S(\text{AMP}_{\text{année}})$
4	$X \geq S(\text{AMP}_{\text{année}})$

5.3.1.2 À partir du REQ

5.3.1.2.1 Structure de propriété des entreprises

La catégorisation des entreprises que nous proposons est celle qui a été utilisé par Boulenger et Joanis (2016). Elle s'inspire de celle de l'OMC dans le cadre de l'Accord Général sur le Commerce des Services (AGCS) et qui distingue quatre modes de fourniture de services (OMC, 2016) : la fourniture transfrontière, la consommation à l'étranger, la présence commerciale, la présence de personnes physiques.

Les catégories pertinentes pour cette analyse sont :

- **La fourniture transfrontière** (Mode 1) : flux de services en provenance du territoire d'un Membre et à destination du territoire d'un autre Membre ;

³⁴ Le seuil qui sépare les catégories 3 et 4 est variable. En effet, comme nous l'avons expliqué en 2.1.1, les seuils de l'AMP sont révisés tous les deux ans.

- **La présence commerciale** (Mode 3) : suppose qu'un fournisseur de services d'un Membre établisse une présence commerciale, y compris en devenant propriétaire ou locataire de locaux, sur le territoire d'un autre Membre, pour fournir un service.
- **La présence de personnes physiques** (Mode 4) : concerne les personnes d'un Membre qui entrent sur le territoire d'un autre Membre pour y fournir un service.

Les entreprises contenues dans la base de données du SEAO ont été catégorisées selon 6 profils d'affiliation ou de mode de fourniture de services.

- La fourniture transfrontière (Mode 1) et La présence de personnes physiques (Mode 4)
(1) les entreprises hors Québec : entreprises qui ont leur adresse d'affaires à l'extérieur du Québec, que ce soit dans une autre province ou un autre pays.
- La présence commerciale (Mode 3)
(2) les filiales internationales : entreprise ayant une adresse d'affaires ou des bureaux au Québec, mais dont la maison-mère ou le principal actionnaire est à l'étranger.
(3) les filiales québécoises d'entreprises canadiennes : entreprise ayant une adresse d'affaires ou des bureaux au Québec, mais dont la maison-mère ou le principal actionnaire a son adresse dans une province canadienne autre que le Québec.
(4) les consortiums dont les intérêts sont entièrement ou en partie détenus hors du Québec : des consortiums constitués uniquement de filiales internationales ou canadiennes ou des filiales internationales ou canadiennes et des entreprises québécoises.
- Entreprises québécoises
(5) les entreprises québécoises : entreprises qui ont leur adresse d'affaires au Québec et qui ne sont pas des filiales internationales ou canadiennes.
(6) les consortiums québécois : consortiums réunissant uniquement des entreprises québécoises.

Les catégories (5) et (6), ne sont rattachées à aucun mode défini par l'OMC puisqu'elles n'impliquent pas de mouvement de services entre frontières.

5.3.1.2.2 *Taille de l'entreprise*

Le registraire des entreprises permet de catégoriser la taille des entreprises en 12 catégories, catégories qu'il est facile de relier à la classification plus couramment utilisée en statistique qui distingue trois catégories³⁵ : les petites entreprises (1 à 99 employés), les moyennes entreprises (100 à 499 employés) et les grandes entreprises (500 employés et plus). Cette transformation présente un intérêt majeur qui est de réduire le nombre de modalités envisagées pour une variable d'entrée : nous avons 3 modalités au lieu de 12.

5.3.2 **Hypothèses sous-jacentes aux variables mises en place**

Toutes les variables citées précédemment ont pour objectif de confirmer ou infirmer un certain nombre d'hypothèses relatif à nos objectifs de recherche ou issus de la littérature. Les différentes modélisations ont chacune pour but de répondre à un objectif spécifique, mais elles permettent aussi de tester certaines hypothèses sous des approches différentes. Nous considérerons 8 hypothèses principales et quelques autres hypothèses.

5.3.2.1 **Hypothèses principales**

Les différents accords de libéralisation des marchés publics visent à renforcer la concurrence sur les appels d'offres. Toutefois, il n'a jamais été mesuré l'effet qu'à la participation d'une entreprise étrangère sur un appel d'offres. La multiplication des accords de libéralisation, mais aussi les conclusions de Boulenger et Joanis (2016) nous permettent de formuler l'hypothèse suivante :

(H1) Lorsqu'une entreprise hors Québec soumissionne à un appel d'offres, celle-ci renforce la concurrence en faisant tendre les montants des différentes soumissions vers une même valeur.

La deuxième hypothèse se rattache au biais de sélection lors de l'attribution des contrats. Nous considérons deux biais, l'un lié au passé de l'entreprise et l'autre à la structure de propriété de l'entreprise. Premièrement, à l'instar de Bajari et Ye (2003) qui, dans leur modèle économétrique présenté en 2.2.2, ont utilisé une variable captant la quantité de travail déjà réalisé par la firme dans

³⁵Les petites, moyennes et grandes entreprises dans l'économie canadienne,

<http://www.statcan.gc.ca/pub/11f0027m/2011069/part-partie1-fra.htm>

la localisation du projet, nous utilisons la variable *part de marché à l'année n-1*. L'objectif est similaire, nous voulons traduire l'habitude de travail, dans notre cas, entre le soumissionnaire et le MTQ. Deuxièmement, les entreprises hors Québec peuvent répondre aux appels offres à partir d'un seuil de 100k\$. Nous faisons l'hypothèse suivante.

(H2) L'hypothèse 2 est formulée en deux temps

- **Le taux de succès annuel des entreprises est positivement corrélé avec la part de marché qu'elles avaient l'année d'avant.**
- **De plus, les entreprises hors Québec sont traitées au même titre que les entreprises québécoises.**

D'autre part, la période d'étude que nous considérons est marquée par la mise en place de la CEIC. Le rapport de la CEIC a mis en avant des pratiques fréquentes de collusion et de corruption dans le secteur de la construction (Charbonneau & Lachance, 2015). Ces phénomènes inhibent naturellement la concurrence. Des recommandations ont été faites dans le cadre CEIC pour empêcher ces pratiques et favoriser la concurrence. Une partie de ces recommandations a été prise en compte par le gouvernement à partir de 2012. De plus, au cours de ces années, des modifications ont eu lieu à la fois en termes d'accords de libéralisation ou de règlements discriminants à l'égard des entreprises hors Québec. Ces modifications vont toutes dans le même sens qui est d'encourager la venue d'entreprise hors Québec.

(H3) La CEIC semble avoir eu des répercussions positives sur l'intensité de la concurrence. Elle a notamment favorisé la présence d'entreprise hors Québec sur les appels d'offres.

Il existe au Québec 18 régions administratives qui ont toutes des spécificités qui leur sont propres (densité de population, densité d'infrastructure, superficie, régions frontalières notamment). Ces spécificités semblent pouvoir jouer sur l'intensité de la concurrence, mais aussi sur la participation d'entreprises hors Québec. Nous formulons l'hypothèse suivante :

(H4) L'hypothèse 4 est formulée en deux temps :

- **Loin des grands centres urbains, les contrats font face à une concurrence plus faible.**
- **Les régions frontalières du Québec sont plus propices à la venue d'entreprises hors Québec.**

Les différents articles que nous avons mis en avant dans le chapitre 1 (Bajari & Ye, 2003; Gupta, 2002) portaient principalement sur des contrats exclusivement routiers (construction d'autoroute, contrats d'asphaltage). Les conclusions de ces articles concernent donc ce type de contrat. Toutefois, notre base de données regroupe 6 grandes catégories de contrats qui ont chacune des réalités différentes et mène à l'hypothèse suivante :

(H5) La nature des projets influe sur la concurrence. Plus le projet nécessite une expertise spécifique, plus l'intensité de la concurrence est faible et la probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente augmente.

La littérature, notamment, Gupta (2002) met en avant que le nombre de soumissionnaires minimum sur un appel d'offres devrait être de 8 pour que les bénéfices de la concurrence soient exploités à leur maximum. En deçà de 8 soumissionnaires, le prix des soumissions est plus élevé et dispersé. D'autre part, si un contrat attire un grand nombre de soumissionnaires québécois, il n'y a pas de raison qu'il n'attire pas d'entreprise hors Québec. Ainsi, nous émettons l'hypothèse suivante :

(H6) La concurrence est renforcée avec le nombre de soumissionnaires. Lorsque la concurrence est forte, la probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente augmente.

Les contrats émis par le MTQ ont un large spectre de montant, allant de quelques milliers de dollars à plusieurs millions de dollars. Nous savons aussi que les appels d'offres sont ouverts aux soumissionnaires étrangers pour des montants supérieurs à 100k\$. Plus les travaux à partir de ce seuil sont importants, plus les contrats attirent des entreprises œuvrant à l'échelle internationale. En effet, ce sont les seules à pouvoir répondre à des contrats de grandes ampleurs (en termes de main d'œuvre, de machineries et d'expertise) ce qui conduit à l'hypothèse suivante :

(H7) La probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente sur un appel d'offres augmente avec le montant du contrat. De plus, la compétition est plus forte lorsque les montants sont élevés.

Bajari et Ye (2003) ont mis en avant dans leur étude que la distance jouait un rôle dans l'attribution des contrats. Nous cherchons à valider leur conclusion sur nos données à partir d'un corolaire qui étudie l'écart entre le soumissionnaire le plus proche et l'adjudicataire.

(H8) L'hypothèse 8 est formulée en deux temps

- **L'intensité de la concurrence augmente lorsque l'écart en distance entre l'adjudicataire et le soumissionnaire le plus proche est faible.**
- **D'autre part, plus la distance moyenne annuelle aux projets est faible pour une entreprise, plus son taux de succès est important.**

5.3.2.2 Hypothèses secondaires

Les variables que nous considérons permettent aussi de répondre à des questions qui ne sont pas dans nos objectifs spécifiques. Toutefois, il est intéressant de les considérer. Les hypothèses testées sont décrites ci-dessous :

Les consortiums qui sont par définition des regroupements d'entreprises fait en vue de répondre à un appel d'offres sont souvent pointés du doigt pour leur effet négatif sur la concurrence. En effet, les consortiums sont constitués dans des cas précis, souvent dans le cas de grands projets, où un soumissionnaire ne pourrait pas prétendre y répondre seul. On comprend ainsi aisément que la concurrence est alors limitée.

(H9) Lorsqu'un consortium participe à un appel d'offres, la concurrence est plus faible.

Les entreprises ont des stratégies différentes dans leurs décisions de soumissionner ou non à des appels d'offres. Les coûts engagés pour répondre à un appel d'offres sont importants, certaines entreprises ne peuvent pas se permettre de soumissionner et de perdre le contrat. C'est notamment le cas des petites entreprises qui ont des flux monétaires plus faibles que des entreprises de tailles intermédiaires ou de grandes tailles. D'autre part, une entreprise de grande taille peut plus facilement redistribuer son matériel entre un chantier et un autre et ainsi limiter les coûts liés à l'amortissement de ces derniers et ainsi proposer des soumissions plus faibles.

(H10) Les entreprises de taille intermédiaire ont un taux de succès plus faible que les grandes et petites entreprises.

Les trois modes de passation ont des particularités différentes. Les contrats de gré à gré et d'AOI limitent la concurrence.

(H11) Les taux de succès des entreprises soumissionnant davantage à des AOP sont plus faibles que celles répondant à des AOI et des contrats de gré à gré.

5.3.3 Réorganisation de la base de données

5.3.3.1 Base de données par contrat

Un des objectifs spécifiques du projet **(A)** est d'expliquer l'intensité de la concurrence sur le marché public québécois de la construction. Afin de répondre à cet objectif, nous nous intéressons à la dispersion des différentes soumissions au sein d'un même contrat. La dispersion des soumissions est un très bon indicateur du niveau de concurrence sur l'appel d'offres. En effet, les soumissionnaires disposent à la fois de la même information lors de la soumission mais aussi de l'intervalle de prix estimé, pour le contrat considéré, par le MTQ. Ainsi, théoriquement, les prix doivent tous tendre vers la même valeur et c'est que nous allons mesurer avec les mesures de dispersion.

Cet objectif nous oblige à réorganiser la base de données. Nous créons ainsi une nouvelle base de données qui présente sur chaque ligne un seul et même contrat et non plus une soumission d'un contrat donné.

Les tableaux (Tableau 5.3 et Tableau 5.4) ci-dessous permettent de comprendre plus facilement la démarche. Le premier tableau présente succinctement les données telles que retrouvées dans le SEAO. À partir de ces données, nous créons la nouvelle base de données qui en quelque sorte synthétise la première. Par exemple, à la place d'avoir le nom des différents soumissionnaires sur l'appel d'offres 1, nous avons maintenant le nombre de soumissionnaires sur cet appel d'offres et avons dans une autre colonne le nom du soumissionnaire gagnant.

Tableau 5.3 Exemple de la base de données du SEAO

Numéro SEAO	Contrats	...	Soumissionnaires	...	Adjudicataire
1	2009		Fournisseur A		Oui
1	2009		Fournisseur B		Non
1	2009		Fournisseur C		Non
1	2009		Fournisseur D		Non
2	2010		Fournisseur A		Non
2	2010		Fournisseur E		Oui
2	2010		Fournisseur F		Non

Tableau 5.4 Exemple de la base de données créées

Numéro SEAO	Contrats	Soumissionnaires Nombre de soumissionnaires	Adjudication Adjudicataire
1	2009	4	Fournisseur A
2	2010	3	Fournisseur B

Cette base de données nouvellement créée va nous permettre de répondre à un autre de nos objectifs spécifiques qui est de déterminer les facteurs influençant la présence étrangère sur un appel d’offres (C).

5.3.3.2 Objectif spécifique (A)

5.3.3.2.1 Variables expliquées

Nous souhaitons expliquer l’intensité de la concurrence sur les appels d’offres à travers la dispersion des différentes soumissions au sein d’un même contrat. Nous considérons que l’intensité de la concurrence est forte lorsque les soumissions tendent à être peu différentes les unes des autres, autrement dit qu’elles présentent une faible dispersion. Compte tenu de la grande hétérogénéité des prix soumis, nous utiliserons les mesures de dispersion relative et non celle de dispersion absolue. En effet, la comparaison des mesures de dispersion absolue ne peut avoir de sens que si les contrats sont du même ordre de grandeur. La dispersion relative est mesurée comme un rapport d’un paramètre de dispersion absolue sur la valeur centrale de la distribution qui sert de référence et permet ainsi de comparer des dispersions d’ordre de grandeur différente. Plusieurs mesures de dispersion relative existent. Nous expliciterons le coefficient de variation dans la suite. Deux autres mesures de dispersions (le coefficient interquartile et le minimax) sont présentées en annexe E. Ces mesures de dispersion permettront d’effectuer une analyse de robustesse de la modélisation obtenue avec le coefficient de variation.

Le coefficient de variation noté CV est le rapport de l’écart-type à la moyenne. Plus la valeur du CV est élevée, plus la dispersion autour de la moyenne est grande. Dans notre cas, **plus la valeur du CV est élevée, plus l’intensité de la concurrence est faible** : les soumissions sont très dispersées.

Le calcul du CV d'une distribution X de n observations se fait par la formule suivante, où $S(X)$ est l'écart type de la distribution :

$$CV(X) = \frac{S(X)}{\bar{x}}$$

L'écart type $S(X)$ est la racine carrée de la moyenne des écarts à la moyenne, autrement dite la racine carrée de la variance. Il est à noter que l'écart type est sensible aux valeurs dites aberrantes de la distribution. On le calcule par la formule suivante :

$$S(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

On parlera de distribution homogène si le CV est inférieur à 15% et de distribution hétérogène si le CV est supérieur à 15%³⁶. Si le CV est de 15%, on dira que l'écart type vaut 15% de la moyenne.

Dans notre base de données, le coefficient de variation se calcule comme suit :

$$CV(\text{contrat}_i) = \frac{\text{Ecart type des soumissions}_{\text{contrat}_i}}{\text{Moyenne des soumissions}_{\text{contrat}_i}}$$

5.3.3.2.2 Variables explicatives

Nous tenterons d'expliquer l'intensité de la concurrence à travers de nombreuses variables issues de la première base de données que nous avons construite. Toutefois, quelques transformations ont dû être effectuées pour que les variables aient du sens dans cette nouvelle structure de base de données. Nous avons déjà mis en évidence une transformation dans le Tableau 5.4. La taille du contrat est donnée directement par le montant du contrat. À partir de l'origine des soumissionnaires, nous implémentons une variable dichotomique si oui ou non il y a au moins une soumission hors Québec sur l'appel d'offres. Nous procédons de la même manière pour la présence ou non de consortium. Pour ce qui est de la variable de distance, nous calculons l'écart de distance en kilomètre entre le soumissionnaire le plus proche et l'adjudicataire. L'adjudicataire peut bien entendu être le soumissionnaire le plus proche. Pour toutes les autres variables

³⁶Coefficient de variation, http://wiki.schum_lionel.profweb.ca/index.php/Coefficient_de_variation

explicatives (nombre de soumissionnaires, région de livraison, année et type de projet) aucune transformation n'est nécessaire.

5.3.3.2.3 Hypothèses testées

Le Tableau 5.5 présente une synthèse des variables que nous considérons ainsi que les hypothèses associées et le signe de la relation attendue sur la variable dépendante lorsque les variables explicatives croissent.

5.3.3.3 Objectif spécifique (C)

5.3.3.3.1 Variables expliquées

Nous voulons quantifier les facteurs qui déterminent la présence d'entreprises hors Québec sur un appel d'offres. Notre unité d'observation sera le contrat et la variable expliquée sera dichotomique. Celle-ci prendra la valeur 1 lorsqu'il y aura un ou plusieurs soumissionnaires hors Québec sur l'appel d'offres et 0 lorsqu'il n'y en aura pas.

5.3.3.3.2 Variables explicatives

Nous nous efforcerons de déterminer les facteurs qui influencent la présence d'entreprise hors Québec sur les appels d'offres à travers un certain nombre de variables issues de la première base de données que nous avons construite. Ces variables sont exactement les mêmes que celles que nous avons décrites en 5.3.3.2.2.

5.3.3.3.3 Hypothèses testées

Comme pour l'objectif (A), nous retrouvons dans le Tableau 5.5 une synthèse des variables que nous considérons ainsi que les hypothèses associées et le signe de la relation attendue sur la variable dépendante lorsque les variables explicatives croissent.

Tableau 5.5 Synthèse des variables présentes dans la base de données par contrat

	Variable	CV	Nombre de soumissionnaires	Région de livraison	Taille du contrat	Présence hors-Québec	Présence consortium	Écart en km	Année	Type de projet
Objectif (A)	Type	SORTIE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE
	Hypothèse testée		H6	H4	H7	H2	H9	H8	H3	H5
	Relation attendue		-		-	-	+	-	-	
Objectif (C)	Type	X	ENTREE	ENTREE	ENTREE	SORTIE	X	X	ENTREE	ENTREE
	Hypothèse testée		H6	H4	H7				H3	H5
	Relation attendue		+		+				+	
	Type	CONT	CONT	CAT	CONT	CAT	CAT	CONT	CAT	CAT
	Modalité			18		2	2		7	6
	Source		SEAO	SEAO	SEAO	Registraire	SEAO	SEAO	SEAO	SEAO
		Calculée	Calculée			Déterminée		Calculée		Déterminée

5.3.3.4 Base de données panel : objectif spécifique (B)

Un autre objectif spécifique du projet **(B)** est d'expliquer le taux de succès des entreprises sur le marché public québécois de la construction. Afin de répondre à cet objectif, nous nous intéressons au taux de succès de l'entreprise sur l'année considérée. Nous devons donc construire à partir de la base de données du SEAO une nouvelle base de données ayant une structure complètement différente. Celle-ci est sous la forme de panel, c'est-à-dire qu'on suit une entreprise dans le temps. Le Tableau 5.6 est un exemple de la structure que nous avons mis en place.

Tableau 5.6 Exemple de la structure en panel mis en place

Entreprises	Année	Taux de succès	...	Structure de propriété
Fournisseur A	2009	30%		Filiale Internationale
Fournisseur A	2010	35%		Filiale Internationale
Fournisseur A	2011	20%		Filiale Internationale
Fournisseur E	2009	38%		Entreprise québécoise
Fournisseur E	2010	30%		Entreprise québécoise
Fournisseur E	2011	32%		Entreprise québécoise

Dans d'autres mots, on regroupe les données du SEAO par entreprise et ce pour chaque année. Cela implique des transformations de quelques variables.

5.3.3.4.1 Variable expliquée

Nous voulons expliquer le « Taux de succès » qui correspond au taux de succès d'une entreprise i sur une année t . Il se calcule comme suit :

$$\text{Taux de succès}_{i,t} = \frac{\text{Nb d'adjudication}_{i,t}}{\text{Nb de soumissions}_{i,t}}$$

5.3.3.4.2 Variables explicatives

Tout comme pour la base de données « par contrats », des transformations sont à effectuer pour quelques variables explicatives. Le nombre de soumissionnaires devient le nombre de soumissionnaires moyen auquel l'entreprise a fait face sur l'année considérée et la distance devient la distance moyenne de l'entreprise au projet sur l'année. Nous ajoutons une variable retardée qui est la part de marché que l'entreprise avait à l'année $n-1$. Elle correspond au rapport des montants des appels d'offres remportées sur le montant total accordé par le MTQ et ce sur une année.

5.3.3.4.3 Hypothèses testées

Le Tableau 5.7 présente une synthèse des variables que nous considérons ainsi que les hypothèses associées et le signe de la relation attendue sur la variable dépendante lorsque les variables explicatives croissent.

Tableau 5.7 Synthèse des variables présentes dans la base de données en panel

Variable	Taux de succès	Nombre de soumissionnaires moyen	Part de marché n-1 (%)	Distance moyenne	Région de livraison	Taille de l'entreprise	Structure de propriété	Mode de passation	Année
Type	SORTIE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE
	CONT	CONT	CONT	CONT	CAT	CAT	CAT	CAT	CAT
Modalité				-	18		2	3	3
Hypothèse testée			H2	H8	H4	H10	H2	H11	H3
Relation attendue			+	-					
Source		SEAO	SEAO	SEAO	SEAO	Registraire	Registraire	SEAO	SEAO
	Calculée	Calculée	Calculée	Calculée		Déterminée	Déterminée		

CHAPITRE 6 ANALYSE DES TENDANCES

Au cours des deux chapitres précédents, nous avons à la fois explicité la construction des bases de données de notre étude mais aussi fait une présentation de différentes modélisations statistiques que nous allons utiliser pour atteindre nos différents objectifs de recherche.

Toutefois avant de présenter les résultats issus des différentes modélisations, nous exposerons dans le présent chapitre une analyse des tendances d'évolution de différents indicateurs relatifs à la concurrence.

6.1 Portrait de la concurrence

6.1.1 Évolution temporelle du budget du MTQ

Avant de s'intéresser à différents indicateurs de concurrence, il est intéressant d'étudier et de comprendre l'environnement économique dans lequel le MTQ évolue. Le MTQ dispose d'une enveloppe budgétaire pour mener à bien un certain nombre de projets sur le territoire québécois. Cette enveloppe s'inscrit dans le plan québécois d'investissement (PQI). Le PQI présente les choix d'investissements en infrastructures publiques sur un horizon de dix ans. Le plan est dépendant de nombreux facteurs comme le contexte macro-économique ou encore les orientations des politiques provinciales. Chaque année, le plan est révisé et nous remarquons que depuis le plan de 2013-2023, les prévisions d'investissements publics sont en chute libre, notamment ceux concernant le réseau routier comme en témoigne la Figure 6.1 (Bourque, 2016).

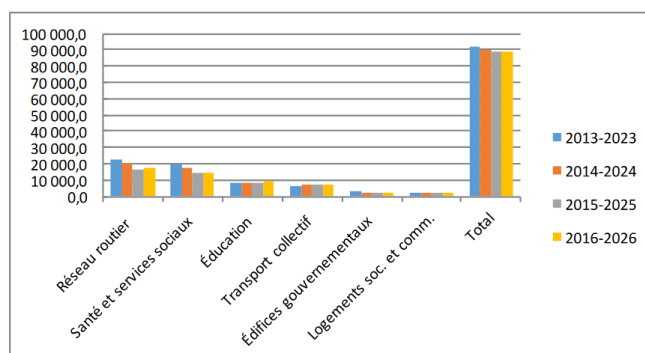


Figure 6.1 Évolution de certains éléments du PQI, 2013-2023 à 2016-2026, en millions de \$ - extrait de Bourque (2016)

L'enveloppe allouée par MTQ aux contrats de construction fait partie de celle associée aux réseaux routiers. Si nous nous intéressons à l'évolution du montant de cette enveloppe pour les contrats de construction³⁷ entre 2009 et 2015, nous constatons, comme le montre la Figure 6.2 qu'après avoir plafonné aux alentours de 2 G\$ annuellement, l'enveloppe a connu une chute vertigineuse pour atteindre à partir de 2013 un peu plus de 1,2G \$. Il est à noter que cette baisse n'est pas accompagnée d'une hausse de l'enveloppe allouée aux contrats de services d'ingénierie. Nous ne nous attacherons pas à expliquer les raisons ou les justifications de cette diminution de budget mais tenterons de comprendre comment cette baisse peut se traduire sur l'intensité de la concurrence.

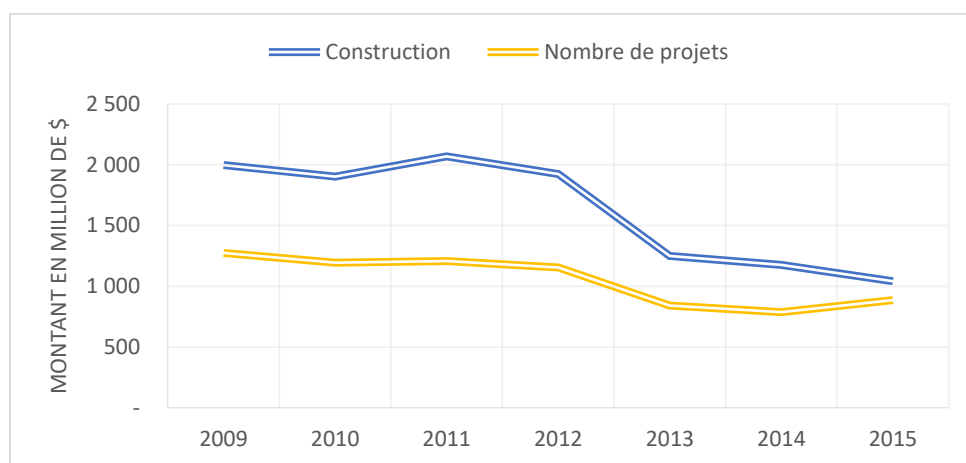


Figure 6.2 Évolution de l'enveloppe du MTQ associée aux contrats de construction

La diminution vertigineuse du budget du MTQ alloué aux contrats de construction s'accompagne naturellement d'une chute du nombre de contrats signés. Toutefois, la chute n'est pas du même ordre de grandeur. Malgré une baisse de l'enveloppe du MTQ associée aux contrats de construction (-48%), le nombre de contrats signés n'a pas connu une chute aussi drastique (-31%). Ainsi, en moyenne depuis 2009, des contrats de plus en plus petits sont signés.

Ces diminutions ont un impact direct sur la concurrence. En effet, les entreprises font face d'un seul coup à une baisse importante des appels d'offres du plus grand donneur d'ouvrage de la province. Ainsi, les entreprises doivent soumissionner de manière plus agressive pour emporter un contrat afin de contrer l'augmentation du nombre de concurrents potentiels auquel elles font face.

³⁷ Les contrats que nous considérons sont ceux énoncés en 5.1.2.

6.1.2 Mode d'octroi des contrats du MTQ

Comme nous l'avons présenté dans le début de ce mémoire (3.1.4), il existe trois grands modes de passation des contrats publics pour les contrats de construction : la procédure de gré à gré, l'appel d'offres sur invitation et finalement l'appel d'offres publics. Ces trois modes sont par nature plus ou moins concurrentiels. La procédure la plus concurrentielle est bien entendu la procédure par AOP qui autorise toutes entreprises conformes et admissibles à soumissionner, puis vient la procédure par AOI qui n'autorise que certaines entreprises à soumissionner et ce à l'initiative du MTQ et enfin la procédure de gré à gré qui par définition n'est pas concurrentielle.

6.1.2.1 Mode d'octroi des contrats de construction en pourcentage

La figure ci-dessous (Figure 6.3) présente les méthodes retenues en pourcentage pour les 7 années d'étude. Celle-ci met en avant que le recours à des procédures de gré à gré est en constante baisse sur les 7 années (de 24% en 2009 à 3% en 2015) contrairement aux procédures d'AOP qui ont connu une hausse ininterrompue de près de 30% passant de 65% à 93%. Le recours à l'AOI a quant à lui connu une baisse, moins sensible, toutefois que la procédure de gré à gré, passant de 11% en 2009 à 5% en 2015.

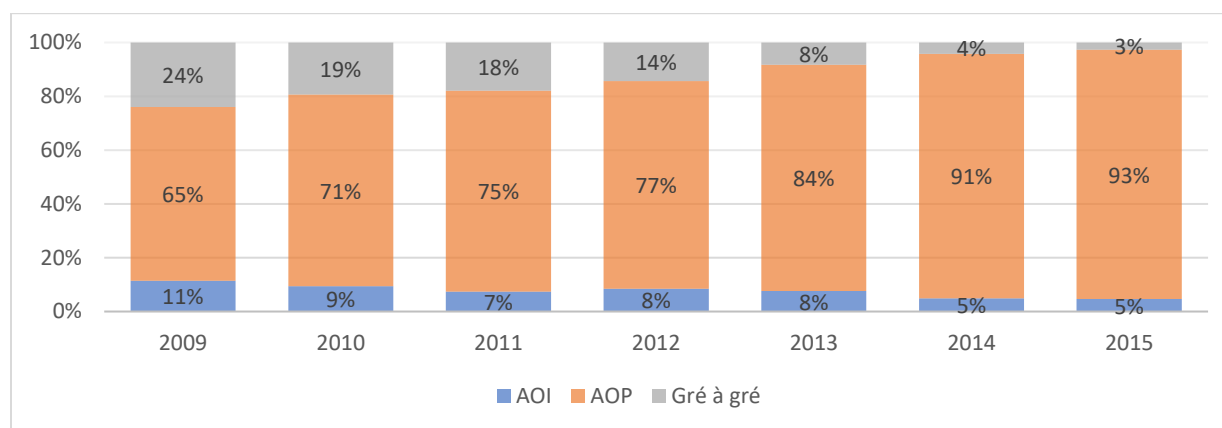


Figure 6.3 Mode d'octroi des contrats de construction en pourcentage

Le choix d'un mode d'octroi ou d'un autre dépend naturellement de plusieurs critères. On peut notamment citer le montant du contrat ou encore la complexité des projets. Les graphiques de la

section suivante vont permettre de mettre en évidence les méthodes d'octrois privilégiées par catégorie de montant³⁸ tout en constatant leurs évolutions temporelles.

6.1.2.2 Méthode d'octroi des contrats de services en pourcentage avec prise en compte des catégories

Le graphique suivant (Figure 6.4) présente la proportion de contrats accordés par AOP, par catégorie sur les années considérées.

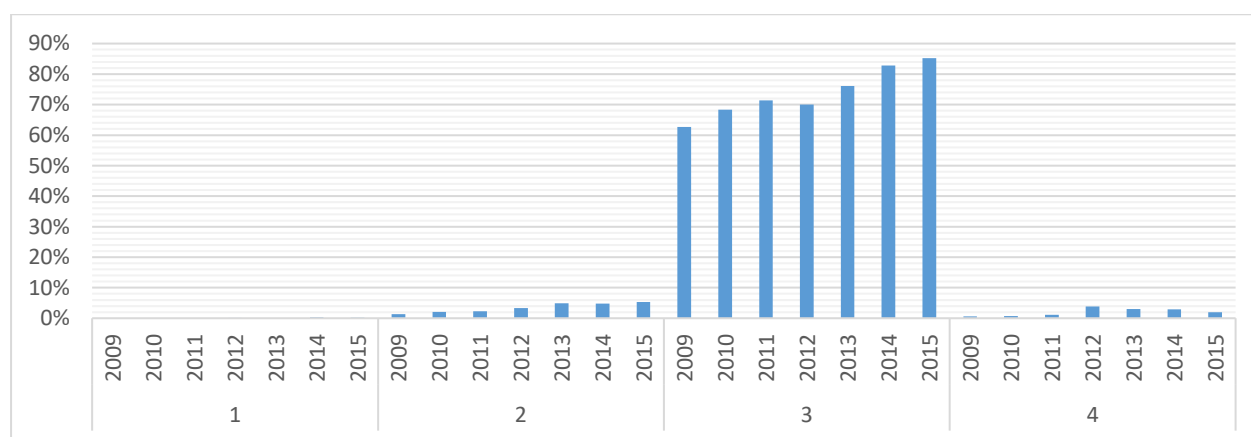


Figure 6.4 Proportion de contrats accordés par AOP, par catégorie par année

Plusieurs tendances sont constatées pour les contrats octroyés par appel d'offres public. Premièrement, l'appel d'offres public est largement majoritaire pour les contrats qui se situent dans la catégorie 3, atteignant plus de 80% en 2015. D'autre part, un recours de plus en plus important à cette méthode d'octroi au cours du temps est observé : +4% pour les contrats de catégorie 2 entre 2009 et 2015, +22% pour les contrats de catégorie 3 entre 2009 et 2015 et une part quasi constante pour les contrats de catégorie 4 entre 2012 et 2015.

³⁸ Pour rappel, les catégories de montant ont été décrites à la section 5.3.1.1.5

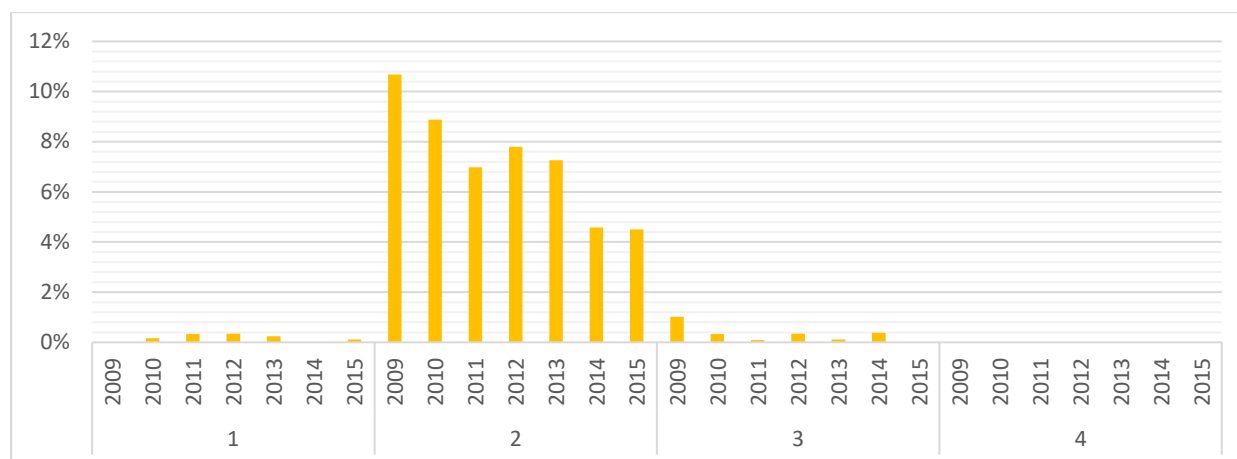


Figure 6.5 Proportion de contrats accordés par AOI, par catégorie par année

Les observations faites pour les contrats octroyés par appel d'offres sur invitation sont tout à fait différentes de celles faites pour les contrats octroyés par appel d'offres public. Un recours quasi nul à l'appel d'offres sur invitation pour les contrats de catégorie 1, 3 et 4 est observé. D'autre part, une diminution du recours à l'appel d'offres sur invitation est mise avant pour les contrats de catégorie 2 passant de plus de 10% en 2009 à moins de 5% en 2015.

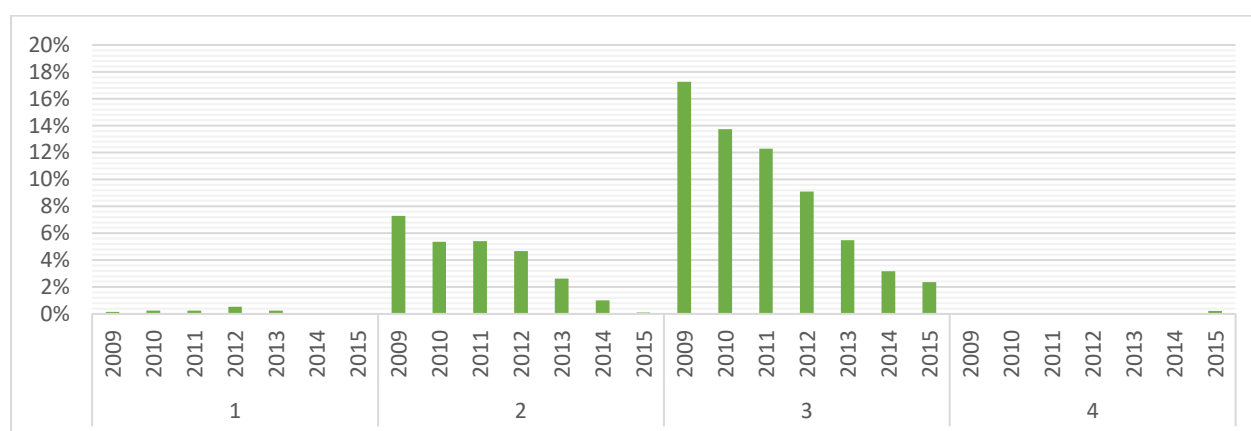


Figure 6.6 Proportion de contrats accordés par gré à gré, par catégorie par année

Finalement, l'évolution du nombre de contrats octroyés de gré à gré est intéressante. En effet, on constate un net recul de son utilisation pour les catégories 2 et 3. Pour les contrats situés dans la catégorie 2, le recours à cette procédure est passé de 7% en 2009 à moins de 0,1% en 2015. Pour ceux de la catégorie 3, le recours à la procédure de gré à gré est passé de près de 17% en 2009 à presque 2% en 2015.

En somme, ces observations sont encourageantes et vont toutes dans le même sens, à savoir que le recours à la procédure d'AOP, méthode d'octroi la plus concurrentielle, prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure des années au détriment de la procédure de gré à gré. Les contrats en gré à gré représentaient près de 1/5 des contrats passés en 2009 et pour des montants de plus 100k\$.

6.1.2.3 Nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres

Le nombre de soumissionnaires par appel d'offres est un témoin direct de la concurrence. Nous allons donc étudier l'évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres pour les contrats de construction. Tout comme pour les modes de passation, nous étudions les contrats par catégorie de montants et ce suivant les 7 années dont nous disposons.

Il n'est pas pertinent d'étudier le nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres pour les contrats de moins de 25 000\$ puisque ce sont principalement des contrats de gré à gré, donc non ouvert à plusieurs soumissionnaires.

6.1.2.3.1 Contrats de catégorie 2 : 25k\$ à 99 999\$

Le graphique ci-dessous (Figure 6.7) présente l'évolution du nombre de soumissionnaires par appel d'offres pour les contrats de catégorie 2. Le nombre de soumissionnaires connaît une augmentation constante, mais légère depuis 2009 passant d'environ 1 soumissionnaire moyen par appel d'offres en 2009 à 2 par appel d'offres en 2015. Ce faible niveau de concurrence est justifié par le fait que 86,5% des contrats de catégorie 2 sont passés par GàG et AOI (30,9% et 55,6% respectivement).

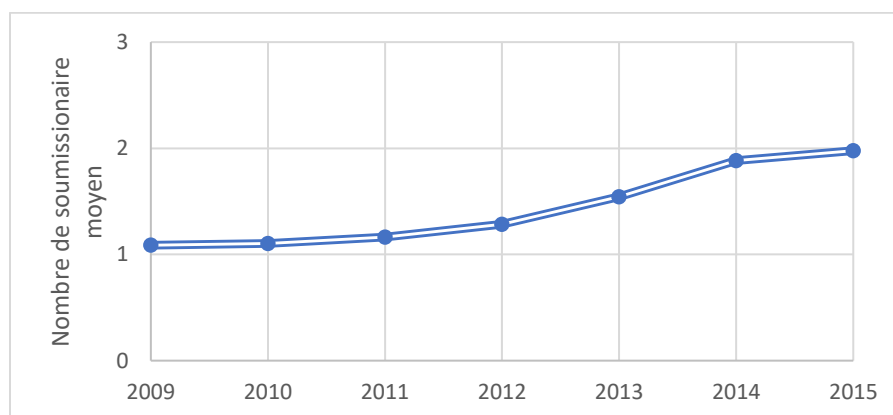


Figure 6.7 Évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres (contrats de catégorie 2)

6.1.2.3.2 Contrats de catégorie 3 : 100k\$ au seuil de l'AMP

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du nombre de soumissionnaires par appel d'offres pour les contrats de catégorie 3. Le nombre de soumissionnaires moyen connaît une augmentation depuis 2009 passant de près de 4 soumissionnaires moyens par appel d'offres en 2009 à plus de 5 par appel d'offres en 2015 (5,29).

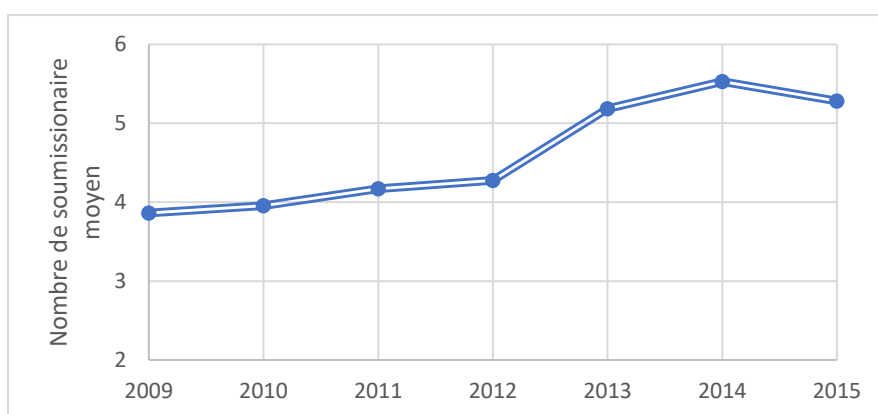


Figure 6.8 Évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres (contrats de catégorie 3)

6.1.2.3.3 Contrats de catégorie 4 : supérieur au seuil de l'AMP

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du nombre de soumissionnaires par appel d'offres pour les contrats supérieurs au seuil de l'AMP. Le nombre de soumissionnaires moyen est plus important pour cette catégorie (moyenne de 7,4 entre 2012 et 2015). Après avoir connu un pic en 2013 à 9,27 soumissionnaires en moyenne par appel d'offres, la tendance est à la baisse avec en 2015 (6,21 soumissionnaires en moyenne par appel d'offres).

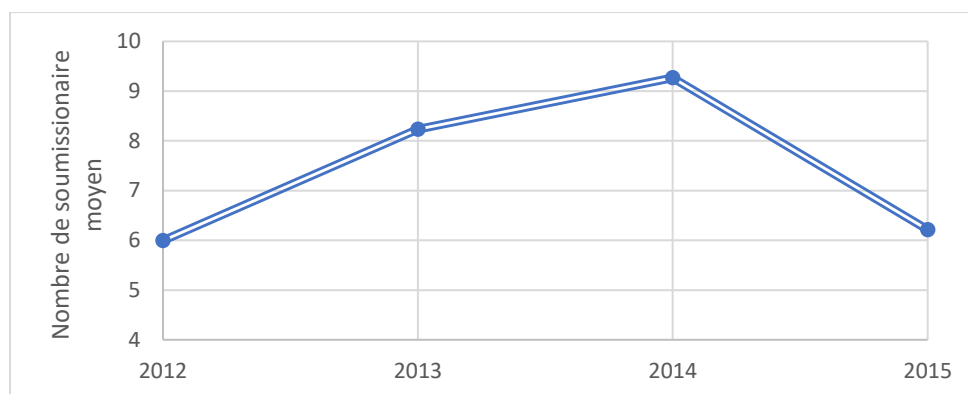


Figure 6.9 Évolution temporelle du nombre de soumissionnaires moyen par appel d'offres (contrats de catégorie 4)

Finalement, la même tendance est observée sur tous les contrats supérieurs à 25 000\$ à savoir que le nombre de soumissionnaires moyen a augmenté au fur et à mesure des années, notamment après 2011. Néanmoins, dépendamment de la catégorie de montant des contrats, le nombre de soumissionnaires est plus ou moins important. Le niveau pour les contrats inférieurs à 100k\$ est relativement faible. Pour les contrats supérieurs à 100k\$ le nombre de soumissionnaires moyen approche un niveau (8 soumissionnaires) que la littérature a considéré comme optimal (Gupta, 2002). Ce niveau correspond au nombre de soumissionnaires nécessaire pour que l'AO tire les bénéfices de la concurrence (2.1.2).

La mise en place de la Commission Charbonneau fin 2011 en sus de la baisse des budgets en 2012 pourraient être responsable de cette augmentation. En effet, on constate que les courbes subissent une augmentation plus nette à partir de 2011.

6.1.2.4 Nombre de soumissionnaires moyen par type de projet

La figure ci-après (Figure 6.10) présente l'évolution du nombre de soumissionnaires moyen par type de projet pour les contrats supérieurs à 100k\$. Nous constatons une tendance positive au fur et à mesure des années à savoir que, quel que soit le type de projet le nombre de soumissionnaires augmente. D'autre part, nous pouvons voir que deux types de projets se distinguent des autres. Les projets routiers présentent un nombre de soumissionnaires moyen plus faible que tous les autres projets à l'inverse des projets de ponts qui présentent eux un nombre plus important de soumissionnaires sur les différentes années.

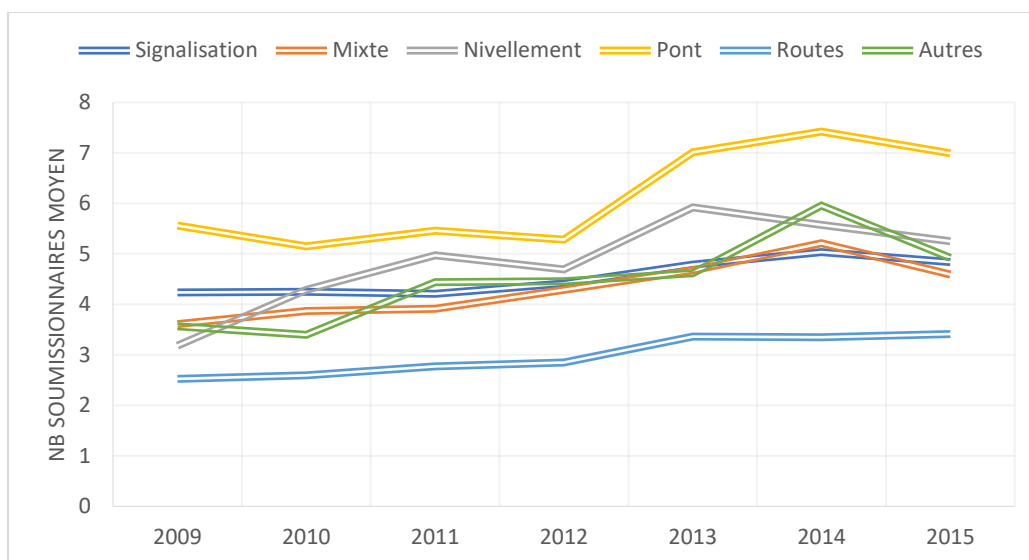


Figure 6.10 Évolution du nombre de soumissionnaires moyen par type de projet (contrats de catégorie 3 et 4)

6.1.3 Origine des soumissionnaires

Le marché public québécois de la construction est ouvert à la concurrence interprovinciale et internationale à travers différents accords de libéralisation des marchés publics. Néanmoins, quand est-il vraiment de la présence de firmes hors Québec sur le marché public québécois de la construction ?

Les accords de libéralisation ouvrent les contrats de construction aux différentes provinces canadiennes et à l'international à partir de certains seuils 3.2.2. Il est important de se remémorer que le terme « hors Québec » que nous utilisons regroupe les entreprises ayant leurs adresses d'affaires hors Québec et les filiales d'entreprises canadiennes ou étrangères.

6.1.3.1 Profil des entreprises ayant participé aux appels d'offres

En s'intéressant au profil des entreprises ayant participé aux appels d'offres du MTQ sur la période 2009-2015, on constate que 4,3% des entreprises sont des entreprises ou consortiums hors Québec pour les contrats de construction.

Tableau 6.1 Profil des entreprises qui ont soumissionné pour des contrats avec le MTQ sur la période 2009-2015

		N	%
<i>Entreprises et consortiums 100% québécois</i>		1150	95,7%
<i>Total Hors Québec</i>		52	4,3%
	<i>Filiales internationales</i>	17	1,4%
	<i>Filiales canadiennes</i>	11	0,9%
	<i>Entreprises hors Québec</i>	14	1,2%
	<i>Consortiums hors-QC</i>	10	0,8%
TOTAL		1202	100,0%

C'est donc au total 1202 entreprises différentes qui ont soumissionné au moins une fois à un contrat de construction. Parmi ces entreprises hors Québec, à quelle hauteur participent-elles aux soumissions et les remportent-elles ?

6.1.3.2 Participation des entreprises hors Québec dans les appels d'offres

Le MTQ a conclu 7344 contrats entre janvier 2009 et décembre 2015 pour près de 11,5G\$. La figure suivante présente la part des entreprises hors Québec qui ont soumissionné pour un de ces contrats de construction ainsi que la part d'entre elles qui en ont remporté. Que ce soit pour les soumissions ou l'adjudication, la tendance est à la baisse.

De plus, nous constatons que les entreprises hors Québec remportent généralement davantage leurs soumissions que les entreprises québécoises comme le montre la Figure 6.11. Cette figure présente l'écart entre la participation des entreprises dites hors Québec dans l'adjudication et les soumissions. Un écart positif signifie que la proportion de contrats remportés par les firmes hors Québec est plus importante que la proportion de soumission qu'elles ont faite comparativement aux firmes québécoises.

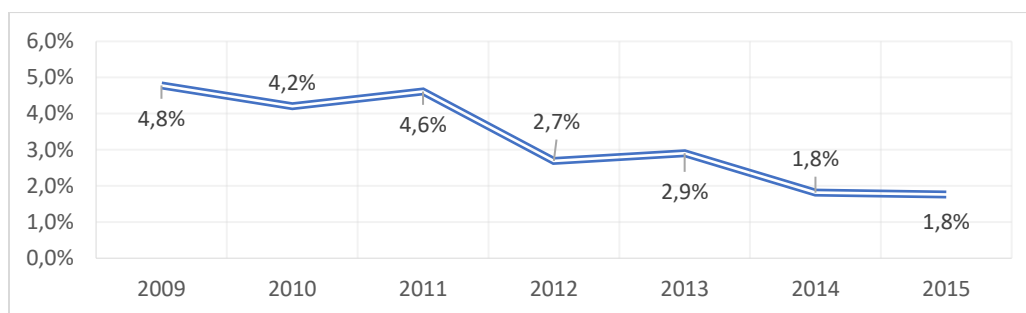


Figure 6.11 Ecart entre l'adjudication et la soumission pour les entreprises hors Québec

D'autre part, comme le montre la Figure 6.12, la proportion des différentes structures de propriété des firmes hors Québec a peu évolué entre 2009 et 2015. Nous constatons qu'à partir de 2014 plus aucune firme ayant une adresse d'affaire hors du Québec n'a remporté de soumissions. La proportion de filiales internationales a connu une légère baisse (environ 2%) tandis que la proportion de filiales provinciales est restée constante.

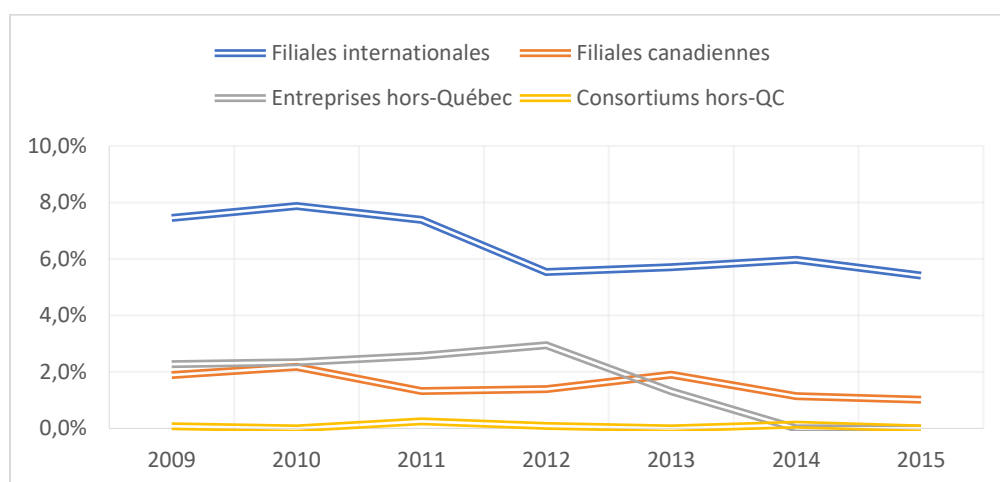


Figure 6.12 Structure de propriété des firmes hors Québec ayant remporté des contrats de construction

6.1.3.3 Participation des firmes hors Québec par catégorie de contrats

Les accords de libéralisation ouvrent les contrats de construction à la concurrence hors Québec à partir d'un seuil de 100 k\$, c'est-à-dire à partir de la catégorie 3. Parmi tous les contrats de cette catégorie, 3,5% des soumissionnaires et 8,5% des adjudicataires proviennent de filiales hors Québec. Les proportions sont différentes pour les contrats de catégorie 4 avec respectivement 8,8% et 10,7%. Ces dernières sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.2 Répartition en pourcentage des soumissionnaires et adjudicataires selon l'origine de l'entreprise par catégorie

	Catégorie	100% Québec	Hors Québec (modes 1, 2 et 3)
Soumissionnaires	3	96,5%	3,5%
	4	91,2%	8,8%
Adjudicataires	3	91,5%	8,5%
	4	89,3%	10,7%

Le Tableau 6.2 montre aussi que la proportion de firmes hors Québec augmente avec le montant des contrats mais aussi que les firmes hors Québec remportent, généralement, davantage leurs soumissions que les firmes 100% québécoises.

La figure suivante (Figure 6.13) présente l'évolution temporelle de la proportion de soumissionnaires et d'adjudicataires hors Québec pour les contrats de construction de catégorie 3 et 4. La courbe bleue met en évidence que la proportion de contrats de catégorie 3 remportée par les firmes hors Québec est plus importante que la proportion de soumissions qu'elles ont faite comparativement aux firmes québécoises. Par exemple, en 2014, les entreprises hors Québec ont remporté 6% de plus de leurs soumissions par rapport aux entreprises québécoises. D'autre part, aucune tendance ne ressort pour les contrats de catégorie 4 (courbe orange). L'évolution de ces courbes montre qu'il ne semble pas y avoir de biais en défaveur des firmes hors Québec.

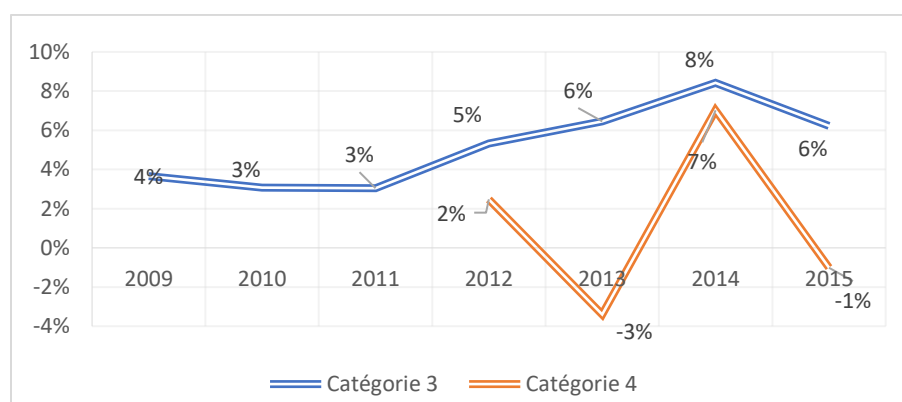


Figure 6.13 Ecart entre l'adjudication et la soumission pour les entreprises hors Québec – Catégorie 3 et 4

6.1.3.4 Provenance géographique

Aucune entreprise ayant une adresse d'affaire hors Québec n'a soumissionné à un appel d'offres pour un contrat de construction entre janvier 2009 et décembre 2015. Néanmoins, nous avons pu voir en prenant en compte la structure de propriété des firmes, qu'un certain nombre d'entreprises québécoises ayant soumissionné ou remporté un appel d'offres était une filiale d'une entreprise située hors du Québec. Parmi ces filiales, quelles sont leurs origines géographiques ?

6.1.3.4.1 Provinces canadiennes

Dans les contrats de construction où une soumission a été faite par l'intermédiaire d'une filiale québécoise d'une entreprise canadienne (0,7 % du total des soumissions) ou d'une entreprise canadienne, on dénombre la présence de 6 provinces différentes : l'Ontario, le Nouveau Brunswick, la Colombie Britannique, le Manitoba, la Nouvelle-Écosse et l'Alberta.

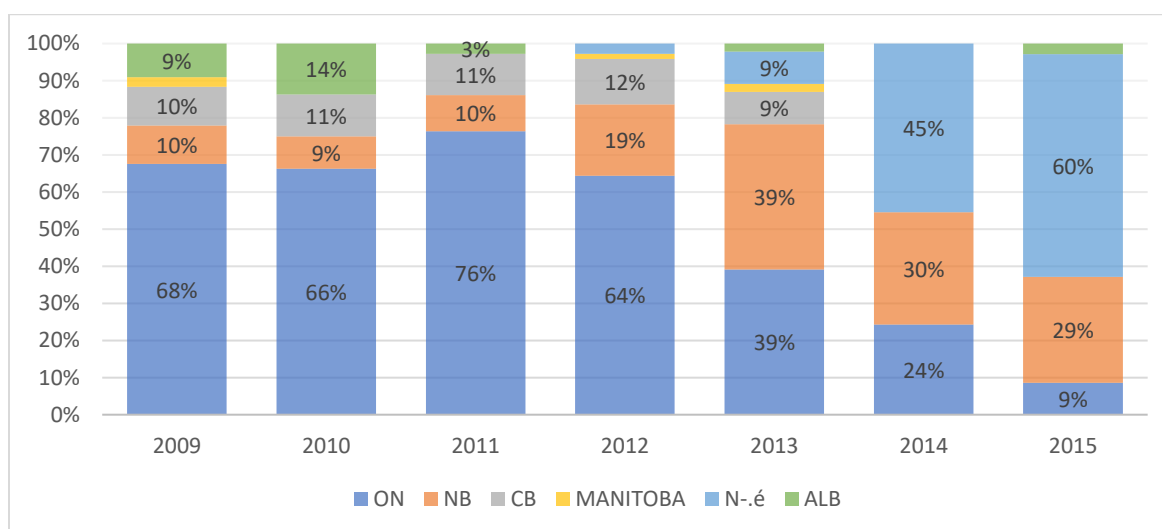


Figure 6.14 Proportion de participation d'entreprises filiales d'entreprises canadiennes parmi les firmes hors Québec

Un constat peut être fait en voyant ces provinces. On remarque que les pourcentages les plus élevés sont pour les provinces les plus proches du Québec. On constate que la Nouvelle Écosse prend une part de plus en plus importante au détriment de l'Ontario. Ce changement est provoqué uniquement par la venue d'une seule filiale de Nouvelle Écosse qui propose de plus en plus de soumissions. Il en est de même pour le Nouveau Brunswick.

Les entreprises issues des provinces canadiennes ne représentent que 21% des entreprises dites hors Québec (interprovinciales et internationales) ayant soumissionné à un appel d'offres mais 33% en termes d'adjudication. En règle générale, une entreprise filiale d'une firme provinciale remporte davantage ses soumissions qu'une entreprise filiale d'une firme internationale. Néanmoins, depuis 2014, un équilibre semble s'être mis en place.

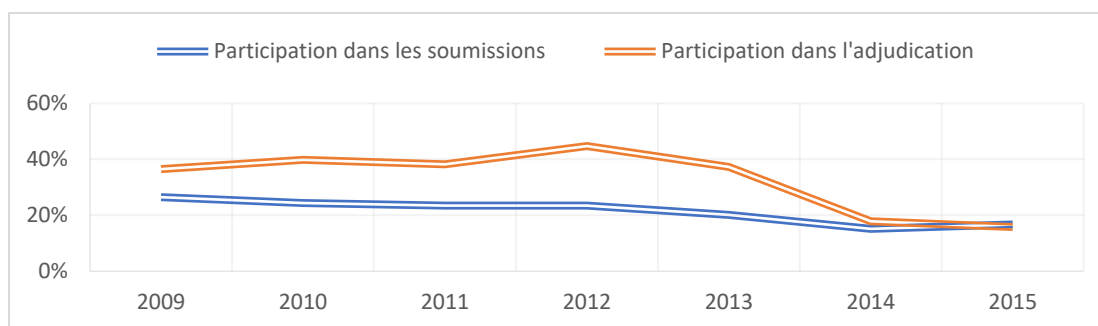


Figure 6.15 Participation des entreprises filiales d'entreprises canadiennes dans les soumissions et dans l'adjudication parmi les firmes dites hors Québec

6.1.3.4.2 Firmes internationales

Seulement 6 pays différents sont représentés dans les soumissions (5,3 % du total des soumissions), dont 3 qui n'apparaissent que sur une année : l'Espagne, l'Allemagne et la Finlande. Le Luxembourg, la France et les États-Unis apparaissent chaque année dans quasiment les mêmes proportions.

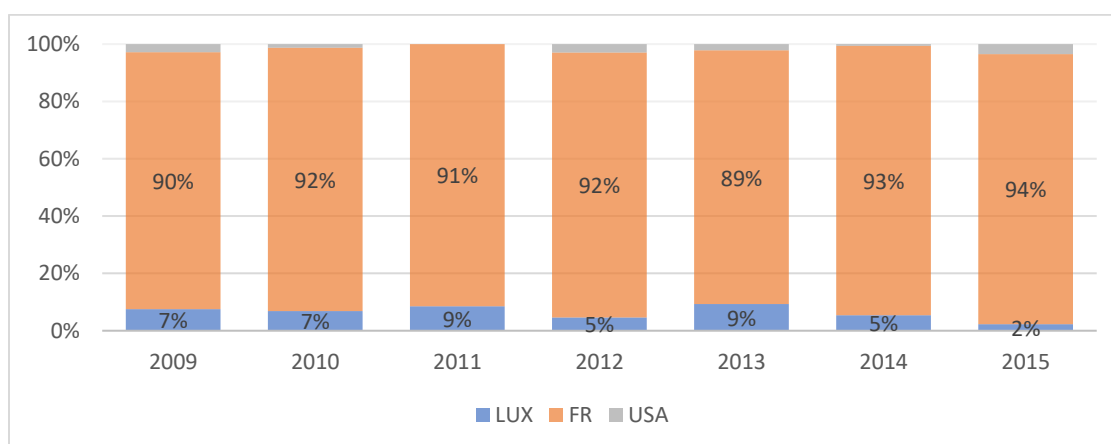


Figure 6.16 Proportion de participation d'entreprises filiales d'entreprises internationales parmi les firmes hors Québec

Nous observons que les échanges semblent être favorisés par la proximité, à la fois géographique (les États-Unis sont frontaliers du Québec) et linguistique (le français est une des langues officielles du Luxembourg).

6.2 Les constats à retenir

Ce chapitre a permis de mettre en lumière les tendances d'évolution de différents indicateurs relatifs à la concurrence. Ci-dessous sont résumés les différents points à retenir.

- Recours de plus en plus fréquent à la procédure d'appel d'offres public, et ce quel que soit le montant du contrat.
- Augmentation du nombre de soumissionnaires pour toutes les catégories de contrats, et ce quel que soit le type de projet.
- La participation des entreprises hors Québec est à la baisse, mais il est à noter qu'elles ne semblent pas avoir été défavorisées au détriment des entreprises québécoises dans le temps.
- Les échanges semblent être encouragés par la proximité géographique et linguistique.

CHAPITRE 7 RÉSULTATS DES RÉGRESSIONS

Au cours du chapitre précédent, nous avons dressé un portrait de la concurrence dans le marché public de la construction en étudiant l'évolution temporelle de nombreux indicateurs. Ce chapitre, quant à lui, abordera les différentes modélisations statistiques mises en place. Ces modélisations répondent aux trois objectifs spécifiques du projet. **(A)** Nous chercherons ainsi à déterminer les facteurs jouant sur l'intensité de la concurrence, **(B)** à déterminer ceux ayant une influence le taux de succès des entreprises ainsi que **(C)** ceux jouant un rôle dans la présence d'entreprise étrangère dans les appels d'offres pour les contrats de construction.

7.1 Caractérisation de l'intensité de la concurrence

7.1.1 Présentation du modèle de régression

7.1.1.1 Objectif spécifique (A)

La régression multiple que nous décrivons dans cette section vise à expliquer l'intensité de la concurrence sur un appel d'offres, à travers un certain nombre de variables explicatives que nous allons décrire ci-après. Pour rappel, nous caractérisons l'intensité de la concurrence par le coefficient de variation des prix soumis sur l'appel d'offres considéré. Nous testerons les hypothèses rappelées dans le Tableau 5.5.

7.1.1.2 Observations retenues

Contrairement aux analyses descriptives précédentes, nous ne prenons pas en compte tous les contrats de construction de notre base de données et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, nous voulons expliquer l'intensité de la concurrence sur un appel d'offres, il n'est donc pas judicieux de considérer les contrats qui ont été conclus en gré en gré. D'autre part, les accords de libéralisation des marchés publics ouvrent les appels d'offres aux soumissionnaires étrangers à partir de 100k\$, nous considérerons ainsi tous les contrats supérieurs à ce seuil, soit les contrats de catégorie 3 et 4. Nous souhaitons aussi déterminer l'influence de la région de livraison et de la distance (à travers l'écart entre l'adjudicataire et le plus proche soumissionnaire) dans l'intensité de la concurrence, nous conserverons ainsi seulement les contrats où la distance a été calculée et où la région de livraison est unique. Ainsi, sur les 7342 contrats de la base de données, nous en conservons 3254.

7.1.1.3 Description des variables

La variable dépendante de la régression est le coefficient de variation des soumissions d'un appel offres. Le tableau ci-dessous présente cette variable.

Tableau 7.1 Description de la variable dépendante

Variable	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart type
Coefficient de variation	0,0004	0,12	0,79	0,085

Nous considérons quatre variables continues dans notre modèle qui sont l'écart en km entre l'adjudicataire et le plus proche soumissionnaire, la taille des projets caractérisés par le montant soumis par le soumissionnaire ayant gagné l'appel d'offres, le nombre de soumissionnaires total sur l'appel d'offres et enfin le nombre de soumissionnaires total élevé au carré. Cette dernière variable a pour objectif de voir l'influence de l'augmentation d'un soumissionnaire sur l'appel d'offres. Des transformations logarithmiques ont été apportées à la taille de projet et à la distance afin d'avoir des variables de même ordre de grandeur et limiter les problèmes d'estimations associés. Le Tableau 7.2 présente les statistiques descriptives de ces variables.

Tableau 7.2 Description des variables continues

Variable	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart type
Nb soumissionnaires	2	5,1	23	2,8
Nb soumissionnaires ²	4	34,2	529	42,7
Log(Écart en km+1)	0	1,0	3,08	0,9
Log(Montant des projets+1)	4,13	5,69	7,93	0,62

Finalement, nous avons pris en compte plusieurs variables catégoriques qui sont l'année, la région de livraison du projet, le type de projet, la présence de consortium ainsi que la présence d'entreprises hors Québec. Ces variables et leurs différentes modalités sont décrites dans le Tableau 7.3 Description des variables catégoriques

7.1.2 Résultats obtenus

7.1.2.1 Qualité d'ajustement du modèle

Après avoir vérifié et corrigé les problèmes de colinéarité, de points aberrants nous obtenons le $R^2_{ajusté}$ de notre modèle. Par souci de légèreté, nous présentons l'analyse des résidus dans l'annexe F. Le tableau ci-dessous met en avant un $R^2_{ajusté} = 0,37$ pour 23 variables significatives et près de 3000 observations.

Tableau 7.4 Critères de qualité du modèle

Variable dépendante	$R^2_{ajusté}$	Nombre de variables		Nombre d'observations	
		Initial	Significative	Avant correction	Après correction
Coefficient de variation	0,37	29	23	3254	2994

7.1.2.2 Paramètres estimés

La Figure 7.1 Significativité des paramètres estimés résume les résultats de la régression. En vert sont notés les paramètres qui ont une p-value $\leq 5\%$, en orange ceux qui dépassent ce seuil. Nous remarquons que la quasi-totalité des paramètres est significative (sauf l'écart de distance).

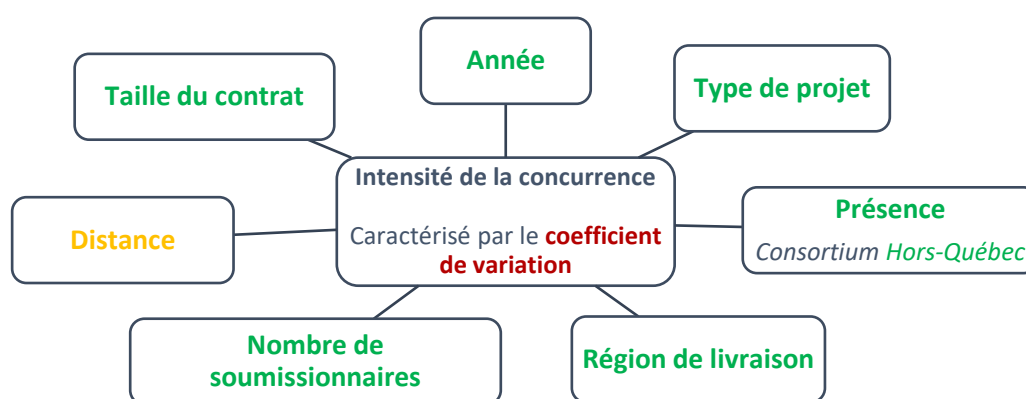


Figure 7.1 Significativité des paramètres estimés

Le Tableau 7.5 présente les coefficients obtenus pour six modèles différents. Les modèles prennent en compte de plus en plus de variables jusqu'à les considérer en totalité. Nous considérons dans un premier temps les variables d'intérêts principales puis nous ajoutons au fur et à mesure les autres

variables. Cette stratégie a pour but de mettre en évidence la stabilité des coefficients calculés et ainsi établir des conclusions les plus robustes possible. On retrouve les coefficients estimés pour les variables des différents modèles ainsi que les écarts types associés (entre parenthèses dans le tableau). **Dans toute la suite du mémoire, nous noterons *** si p-value <1%, ** si p-value <5% et * si p-value <10%.**

On retrouve en rouge dans le Tableau 7.5 les coefficients qui diffèrent significativement d'un modèle à un autre.

Tableau 7.5 Tableau des résultats du modèle de régression multiple

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Variables							
Nb de soumissionnaires		0.0233*** (0.00115)	0.0228*** (0.00118)	0.0227*** (0.00117)	0.0207*** (0.00118)	0.0205*** (0.00118)	0.0205*** (0.00118)
Nb de soumissionnaires ²		-0.00103*** (7.54e-05)	-0.00101*** (7.61e-05)	-0.00100*** (7.58e-05)	-0.000918*** (7.55e-05)	-0.000853*** (7.49e-05)	-0.000851*** (7.50e-05)
Log(montant contrat)		-0.0475*** (0.00203)	-0.0474*** (0.00203)	-0.0454*** (0.00206)	-0.0410*** (0.00214)	-0.0462*** (0.00221)	-0.0464*** (0.00221)
Log(écart distance + 1)			0.00242** (0.00119)	0.00239** (0.00118)	0.00124 (0.00118)	-0.000271 (0.00118)	-0.000229 (0.00118)
Présence hors quebec_0				0.0116*** (0.00233)	0.00740*** (0.00236)	0.0135*** (0.00269)	0.0136*** (0.00270)
Présence consortium_0				X	X	X	X
Type de projet	Autres				0.0265*** (0.00486)	0.0169*** (0.00486)	0.0170*** (0.00486)
	Mixte				0.00464 (0.00294)	0.00553* (0.00292)	0.00547* (0.00293)
	Nivellement				0.00897 (0.0246)	0.0122 (0.0240)	0.0141 (0.0240)
	Pont				0.0237*** (0.00348)	0.0201*** (0.00343)	0.0202*** (0.00344)
	Signalisation				0.0208*** (0.00441)	0.0138*** (0.00446)	0.0132*** (0.00447)
Région de livraison	Abitibi Témiscamingue					-0.0195*** (0.00734)	-0.0202*** (0.00736)
	Bas Saint Laurent					-0.0273*** (0.00708)	-0.0269*** (0.00728)
	Capitale Nationale					-0.0326*** (0.00563)	-0.0329*** (0.00564)
	Centre du Québec					-0.0462*** (0.00779)	-0.0454*** (0.00795)
	Chaudière Appalaches					-0.0498*** (0.00564)	-0.0499*** (0.00566)
	Côte Nord					-0.00591 (0.00659)	-0.00653 (0.00664)
	Estrie					-0.0334*** (0.00574)	-0.0336*** (0.00575)
	Gaspésie - Îles de la Madeleine					-0.0346*** (0.00849)	-0.0335*** (0.00864)
	Laval					-0.0209*** (0.00651)	-0.0211*** (0.00652)
	Mauricie					-0.0225*** (0.00790)	-0.0218*** (0.00803)
	Montréal					-0.0364*** (0.00536)	-0.0369*** (0.00537)
	Outaouais					-0.0114* (0.00622)	-0.0119* (0.00624)
	Saguenay Lac Saint Jean					-0.0398*** (0.00620)	-0.0400*** (0.00622)
Année	Année 2009						0.000841 (0.00349)
	Année 2010						0.00339 (0.00353)
	Année 2011						0.00788* (0.00470)
	Année 2012						0.00564 (0.00348)
	Année 2013						0.00673* (0.00396)
	Année 2014						0.00314 (0.00330)
	Constante	0.307*** (0.0128)	0.306*** (0.0128)	0.285*** (0.0134)	0.259*** (0.0140)	0.320*** (0.0160)	0.317*** (0.0162)
Observations		2,994	2,994	2,994	2,994	2,994	2,994
R ²		0.311	0.312	0.318	0.336	0.372	0.373

Les paragraphes suivants présentent des analyses des signes et coefficients obtenus après modélisations. Ces résultats sont confrontés aux différentes hypothèses que nous avons émises à la section 5.3.2.

- **(H1)** : Lorsqu’une entreprise hors Québec soumissionne, celle-ci renforce la concurrence : **validée**

Nous obtenons un résultat très intéressant concernant la présence ou non d’entreprises étrangères sur un appel d’offres. En effet, nous observons que lorsqu’il n’y a pas de soumissions provenant d’une entreprise hors Québec, le coefficient de variation augmente. Autrement dit, l’intensité de la concurrence diminue. Ainsi, la présence d’entreprises étrangères sur un appel d’offres joue un rôle positif sur ce dernier en impliquant une dispersion des soumissions plus faible. Les arguments en faveur de la libéralisation des marchés publics trouvent ici une justification empirique. La libéralisation ouvre ainsi la voie à une concurrence plus forte dans les appels d’offres. Cette concurrence est nécessaire pour plusieurs raisons qui sont notamment d’obtenir un prix plus juste et conforme aux travaux réalisés ou encore de limiter les interactions répétées entre fournisseurs qui pourraient favoriser la collusion.

- **(H3)** La CEIC semble avoir eu des répercussions positives sur l’intensité de la concurrence : **validée**

Les paramètres estimés pour les différentes années ne sont pas tous significatifs comme le met en avant le Tableau 7.5. Néanmoins, nous pouvons mettre en avant qu’il semble exister une tendance positive au sens où l’intensité de la concurrence en 2015 est plus forte que pour les années qui la précèdent.

- **(H4)** Les régions ont une influence sur la concurrence. Loin des grands centres urbains, les contrats font face à une concurrence plus faible : **infirmée**

Au niveau des régions de livraison des projets, de nombreuses régions ressortent comme ayant des effets significatifs sur l’intensité de la concurrence. Les régions sont comparées à la région de Montréal. Une tendance ressort : dans la région de Montréal, les projets font face à une concurrence moins agressive, c’est-à-dire que le coefficient de variation est plus élevé à Montréal qu’ailleurs.

- **(H5)** La nature des projets influe sur la concurrence. Plus le projet nécessite une expertise spécifique, plus l'intensité de la concurrence est faible : **validée**

Si l'on s'intéresse aux effets du type de projet sur l'intensité de la concurrence, nous constatons que les projets routiers représentent les projets où l'intensité de la concurrence est la plus forte. Il est intéressant de mettre cette observation en perspective avec les constats issus de la figure 6.1.2.4. En effet, nous avons mis en évidence qu'en moyenne les projets routiers étaient ceux recevant le moins de soumissions à l'inverse des projets de ponts. Ainsi, même si les projets de ponts attirent en moyenne plus de soumissionnaires, les soumissions sont plus dispersées que pour les projets routiers. On peut donc relativiser les résultats de la régression puisque le coefficient de variation a tendance à être plus faible lorsque le nombre de soumissionnaires est faible.

- **(H6)** La concurrence est renforcée avec le nombre de soumissionnaires: **validée**

Nous obtenons un coefficient positif pour la variable *nombre de soumissionnaires* et un coefficient négatif pour cette même variable élevée au carré. Le coefficient de variation augmente donc avec le nombre de soumissionnaires, mais l'augmentation est de plus en plus faible. Cela signifie que la concurrence se renforce au fur et à mesure que le nombre de soumissionnaires sur l'appel d'offres augmente. Le fait que le coefficient de variation augmente avec la variable *nombre de soumissionnaires* n'est pas problématique. La Figure 7.2 illustre bien ces propos. On constate que plus le nombre de soumissionnaires est important, plus la pente de la tangente à la courbe est faible. Entre d'autres mots, une soumission supplémentaire sur un appel d'offres a un effet positif sur la concurrence.

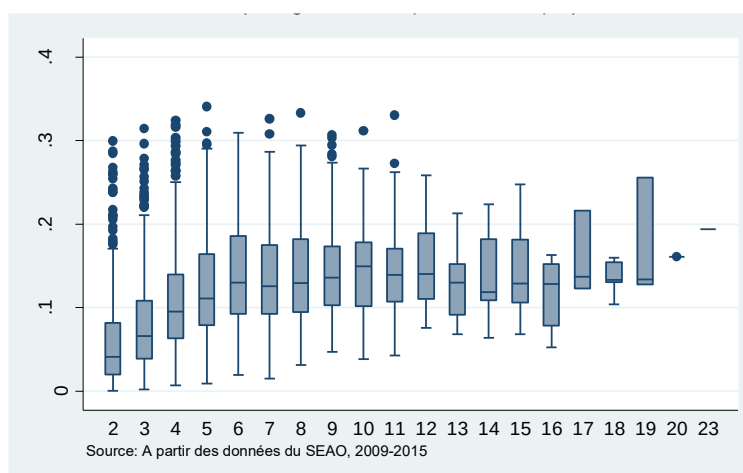


Figure 7.2 CV en fonction du nombre de soumissionnaires

- **(H7)** Les contrats à forte valeur font face à une compétition plus féroce des entrepreneurs : **validée**

En effet, plus le contrat est onéreux donc de grande ampleur, plus l'intensité de la concurrence est importante. Les entreprises sont attirées par les contrats à forte valeur entre autres parce que leurs gains sont potentiellement plus grands.

- **(H8)** L'intensité de la concurrence augmente lorsque l'écart en distance entre l'adjudicataire et le soumissionnaire le plus proche est faible : **infirmée**

Le coefficient de la variable *distance* n'est pas significatif. Nous ne pouvons donc pas confirmer les résultats qu'avaient mis en évidence Bajari et Ye (2003). Ils avaient conclu que plus la distance entre firmes augmentait, plus la compétition était faible. Comme le montre le Tableau 7.5, nous observons que la variable *distance* n'est plus significative à partir du modèle (4). La distance n'a donc pas d'effet lorsqu'on intègre les régions de livraison dans la régression.

- **(H9)** Lorsqu'un consortium participe à un appel d'offres, la concurrence est plus faible : **aucune conclusion**

Après l'analyse des résidus, nous n'avons plus dans la base de données d'étude de contrats où un consortium est présent. Il n'est donc pas possible de tirer une quelconque conclusion vis-à-vis de cette hypothèse.

- En somme, mis à part l'hypothèse **(H9)** où nous n'avons pas pu avoir de réponse, l'approche que nous avons mise en place a permis de confirmer toutes nos hypothèses exceptée l'hypothèse **(1^{ère} partie de H4)** et **(H8)**.

7.1.3 Analyse de robustesse

Les résultats que nous avons obtenus permettent de répondre à certains de nos objectifs de recherches que nous avons pu rappeler dans la section précédente. Toutefois, afin de tester la robustesse de ces conclusions préliminaires d'une autre façon, nous allons, à partir du même ensemble de données (c'est-à-dire obtenu après l'analyse de sensibilité), faire deux autres régressions linéaires multiples utilisant d'autres indicateurs de dispersion. Ces indicateurs de dispersion sont le coefficient interquartile et le coefficient minimax. Ces derniers ont été présentés en annexe E.

Les variables dépendantes seront donc successivement le coefficient interquartile des soumissions d'un appel offres et le coefficient minimax. Ces variables sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7.6 Description des variables dépendantes

Variable	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart type
Coefficient interquartile	0,0004	0,14	1,29	0,11
Minimax	1,00	1,43	5,37	0,42

Nous effectuons ces deux régressions supplémentaires. Les résultats que nous obtenons vont dans le même sens que ceux obtenus avec le coefficient de variation et soutiennent ainsi nos conclusions. Nous présentons une synthèse de celle-ci dans le tableau ci-dessous. D'autre part, les paramètres estimés ainsi que leurs p-value associées et leur écart type sont présentés en annexe F.

Tableau 7.7 Synthèse de l'analyse de robustesse

		Coefficient de variation	Coefficient interquartile	Coefficient minimax
N		2994	2994	2994
R ² ajusté		0,3671	0,2936	0,4503
Nombre de variables significatives		21/29	17/29	23/29
Effet entreprise hors Québec		oui	oui	oui
Effet temporel		oui	non	oui
Effet type projet		oui	oui	oui
Effet région		oui	oui	oui
Valeurs Observées Vs. Prédites	Ordonnée	0,0691	0,0916	0,7532
	Coefficient directeur	0,3733	0,3004	0,4556

7.2 Déterminants du taux de succès des entreprises

7.2.1 Présentation du modèle de régression

7.2.1.1 Objectif spécifique (B)

Nous cherchons à déterminer quels sont les paramètres qui influencent le taux de succès des entreprises ayant soumissionné à un contrat de construction. En effet, il est, par exemple, intéressant de savoir si par exemple une entreprise hors Québec a un meilleur taux de succès qu'une entreprise québécoise. Nous utiliserons naturellement la base de données en panel pour cette régression.

7.2.1.2 Variables

Dans ce modèle, nous considérerons des variables continues et des variables catégoriques pour expliquer notre variable dépendante qui est le taux de succès de l'entreprise i à l'année t .

Tableau 7.8 Description de la variable dépendante

Variable	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart type
Taux de succès	0	0,29	1	0,35

Nous observons ce taux de succès pour 1144 entreprises sur 7 années.

Le modèle de régression présente de nombreuses variables continues. Parmi elles, nous avons : le nombre de soumissionnaires moyen auquel l'entreprise a fait face, la distance moyenne annuelle en km qui sépare l'entreprise de la localisation du projet et enfin une variable rétrospective qui prend en compte la part de marché en % qu'avait l'entreprise avec le MTQ lors de l'année $n-1$. Nous transformons en logarithme les deux premières variables. Toutes ces variables sont décrites dans les premières lignes du Tableau 7.9.

Les autres variables continues sont des transformations de variables catégoriques. Nous avons considéré des ratios pour les variables *catégories*, *mode d'octroi* et *région de livraison*. On considère donc, par exemple, le pourcentage de contrat de catégorie 1 auquel l'entreprise i a soumissionné à la date t . Par soucis de colinéarité, nous enlevons une des modalités dans le modèle. Cette modalité servira donc de référence lors de l'analyse des résultats.

Finalement, nous prenons en compte trois variables catégoriques dans notre modèle : la période, la structure de propriété et la taille de l'entreprise. Ces variables sont explicitées dans le tableau ci-dessous (Tableau 7.9).

Tableau 7.9 Description des variables explicatives de la modélisation

	Variables	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart type	Modalité de référence
	Log(Nb soumissionnaires moyen+1)	0,3	0,8	1,4	0,21	-
	Log(Distance moyenne)	0,08	1,9	3,1	0,48	-
	Part de marché n-1 (%)	0	0,00086	0,12	0,004	-
Catégories	Ratio catégorie 1	0	0,0061	1	0,0715022	Catégorie 3
	Ratio catégorie 2	0	0,12	1	0,2895911	
	Ratio catégorie 4	0	0,042	1	0,1690503	
Mode octroi	Ratio G&G	0	0,036	1	0,1732628	Ratio AOP
	Ratio AOI	0	0,064	1	0,224118	
Région de livraison	Abitibi Témiscamingue	0	0,0315805	1	0,1558763	Montréal
	Bas Saint Laurent	0	0,0308391	1	0,1494373	
	Capitale Nationale	0	0,113942	1	0,2654495	
	Centre du Québec	0	0,0205517	1	0,1081955	
	Chaudière Appalaches	0	0,1315303	1	0,2825357	
	Côte Nord	0	0,0717518	1	0,2340137	
	Estrie	0	0,0643352	1	0,1988161	
	Gaspésie - Îles de la Madeleine	0	0,0294655	1	0,1516085	
	Lanaudière	0	0,0011253	0,5	0,0134889	
	Laurentides	0	0,0007732	1	0,0215416	
	Laval	0	0,0570345	1	0,1884977	
	Mauricie	0	0,0316553	1	0,1450312	
	Montréal	0	0,1671418	1	0,3171966	
	Outaouais	0	0,0720874	1	0,2236313	
	Nord du Québec	0	0,0268198	1	0,1497693	
	Saguenay Lac Saint Jean	0	0,0878887	1	0,2574772	
Période	Avant CEIC	0	0,2857143	1	0,4517822	2011
	Après CEIC	0	0,5714286	1	0,4949026	
Structure de propriété	C	0	0,0708042	1	0,2565135	Entreprises québécoises
	FI	0	0,0148601	1	0,1210006	
	FP	0	0,013986	1	0,1174399	
Taille	Taille 101 à 499	0	0,0682057	1	0,2521174	Taille 1 à 100
	Taille 500 et plus	0	0,0325289	1	0,1774132	

7.2.2 Résultats obtenus

7.2.2.1 Modèle retenu

Le test de Hausman ($p\text{-value}=18,7\%>5\%$) conduit à opter pour un modèle à effet aléatoire. Ce modèle permettra en outre d'estimer des coefficients pour les variables atemporelles. Nous procédons ensuite aux tests que nous avons décrits en 4.3.3.3.

Le test de Breusch Pagan indique que le carré des résidus du modèle peut être expliqué par les variables du modèle, on est donc en présence d'hétéroscédasticité. Il est intéressant d'en savoir plus sur sa forme, à savoir si son origine est intra ou inter individus. Nous utilisons la commande de STATA *xttest3*. Le test rejette l'hypothèse nulle ($p\leq 0.05$) qui est l'homoscédasticité intra individu. Nous pouvons ainsi conclure qu'on est en présence d'une hétéroscédasticité inter et intra individu.

Nous vérifions la corrélation entre la valeur des termes d'erreurs $\varepsilon_{i,t}$ entre chaque individu à partir d'un test de Breusch-Pagan. Le test rejette l'hypothèse nulle ($p\leq 0.05$) qui est l'indépendance des résidus entre les individus. Les termes d'erreurs sont donc autos corrélées. On peut corriger cette corrélation avec la commande *panel(corr)*.

Puis, nous vérifions la corrélation entre la valeur des termes d'erreurs $\varepsilon_{i,t}$ pour chaque individu à partir d'un test de Wald. L'hypothèse nulle est rejetée, il y a donc corrélation des erreurs intra-individu. Nous prenons donc en compte cette autocorrélation dans notre modèle.

Finalement, nous estimerons notre modèle avec la méthode des moindres carrés quasi généralisés en apportant une correction pour l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation des erreurs.

7.2.2.2 Paramètres estimés

La Figure 7.3 résume les résultats de la régression. En vert sont notés les paramètres qui ont une $p\text{-value} \leq 5\%$, en orange ceux qui dépassent ce seuil. Nous remarquons que la quasi-totalité des paramètres est significative (sauf la distance moyenne).

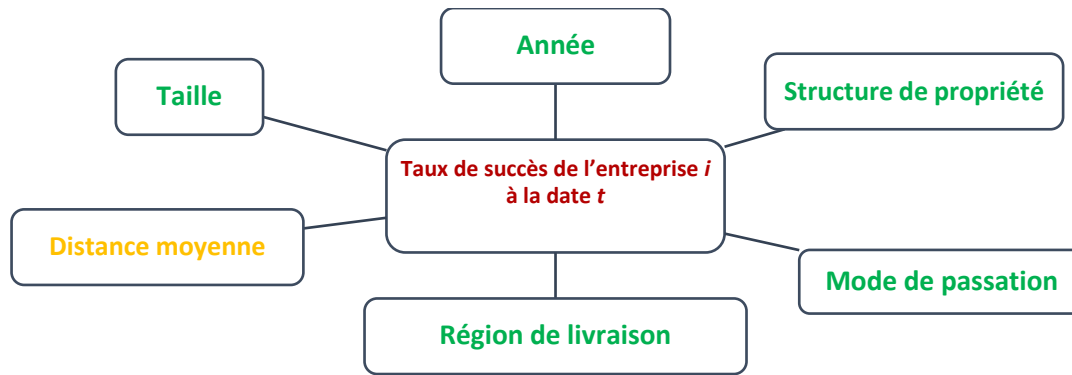


Figure 7.3 Significativité des paramètres estimés

Le Tableau 7.10 présente les coefficients obtenus pour cinq modèles différents. Tout comme pour la régression multiple précédente, nous considérons dans un premier temps les variables d'intérêts principales puis nous ajoutons au fur et à mesure les autres variables. On retrouve les coefficients estimés pour les variables des différents modèles ainsi que les écarts types associés (entre parenthèses dans le tableau). Cette stratégie a pour but de mettre en évidence la stabilité des coefficients calculés et ainsi établir des conclusions les plus robustes possible. Nous utilisons pour chaque modèle la même méthode à savoir celle des moindres carrés quasi généralisés avec une correction pour l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation des erreurs.

On retrouve en rouge dans le Tableau 7.10 les coefficients qui diffèrent significativement d'un modèle à un autre.

Tableau 7.10 Tableau des résultats du modèle de régression en panel

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>C</i>	-0.0898 (0.117)	-0.0739 (0.0954)	0.0936 (0.0797)	-0.0447 (0.128)	-0.0709 (0.121)
<i>FI</i>	-0.00194 (0.0516)	0.0108 (0.0545)	-0.0350 (0.0465)	-0.0289 (0.0263)	-0.0376* (0.0206)
<i>FP</i>	0.353*** (0.0902)	0.222*** (0.0677)	0.0174 (0.0622)	0.0486 (0.0561)	-0.0151 (0.0576)
<i>Taille 101 à 499</i>	0.0941*** (0.0146)	0.0524** (0.0238)	0.0140 (0.0198)	0.0398*** (0.0118)	0.0416*** (0.0111)
<i>Taille 500 et plus</i>	-0.0139 (0.0428)	0.116** (0.0457)	-0.0641 (0.0436)	-0.0151 (0.0201)	-0.0547** (0.0225)
<i>Part de marche en contrats</i>	2.834*** (0.514)	1.813 (1.138)	3.133*** (0.884)	1.764*** (0.344)	1.730*** (0.302)
<i>Avant CEIC</i>		0.0123 (0.0231)	0.0258 (0.0199)	0.00435 (0.00862)	0.00157 (0.00769)
<i>Après CEIC</i>		-0.0585*** (0.0180)	0.000846 (0.0161)	-0.00977 (0.00778)	-0.0139** (0.00702)
<i>Log(Distance moyenne)</i>			-0.0210* (0.0113)	-0.0174** (0.00760)	-0.0100 (0.00781)
<i>Log(Nombre de soumissionnaires)</i>			-0.660*** (0.0358)	-0.589*** (0.0262)	-0.466*** (0.0255)
<i>Abitibi Témiscamingue</i>				0.0765* (0.0428)	0.0782* (0.0408)
<i>Bas Saint Laurent</i>				0.129*** (0.0360)	0.140*** (0.0342)
<i>Capitale Nationale</i>				-0.0182 (0.0272)	0.000585 (0.0256)
<i>Centre du Québec</i>				-0.0252 (0.0402)	0.00845 (0.0373)
<i>Chaudière Appalaches</i>				0.0154 (0.0263)	0.0406 (0.0254)
<i>Côte Nord</i>				0.0144 (0.0299)	0.0484 (0.0296)
<i>Estrie</i>				0.0988*** (0.0315)	0.0981*** (0.0296)
<i>Gaspésie Iles de la Madeleine</i>				0.0272 (0.0312)	0.0344 (0.0318)
<i>Lanaudière</i>				-0.0118 (0.155)	0.0856 (0.175)
<i>Laurentides</i>				0.157 (0.183)	0.171 (0.186)
<i>Laval</i>				-0.0407 (0.0258)	-0.000312 (0.0271)
<i>Mauricie</i>				0.0288 (0.0373)	0.0246 (0.0346)
<i>Montréal</i>				-0.0263 (0.0274)	0.0172 (0.0261)
<i>Outaouais</i>				-0.0275 (0.0296)	0.00549 (0.0268)
<i>Nord du Québec</i>				-0.0826 (0.0697)	-0.0113 (0.0674)
<i>Saguenay Lac Saint Jean</i>				0.0288 (0.0296)	0.0463 (0.0284)
<i>Ratio catégorie 1</i>					-0.0656 (0.101)
<i>Ratio catégorie 2</i>					0.146*** (0.0424)
<i>Ratio catégorie 4</i>					0.111*** (0.0289)
<i>Ratio nb AOI</i>					0.735*** (0.0701)
<i>Ratio nb gré a gré</i>					0.111*** (0.0289)
Constante	0.184*** (0.00541)	0.302*** (0.0164)	0.809*** (0.0383)	0.723*** (0.0368)	0.561*** (0.0361)
Observations	2,211	2,559	4104	1,644	1,644
Nombre de firmes	548	896	733	413	413

Les paragraphes suivant présentent les résultats obtenus après modélisation. Ces résultats sont confrontés aux différentes hypothèses que nous avons émises à la section 5.3.2.

- **(H2)**
 - Plus la part de marché à l'année $n-1$ est importante, plus le taux de succès à l'année n de l'entreprise est grand : **validée**

De plus, le passé de la relation de l'entreprise avec le MTQ joue un rôle positif sur le taux de succès. Lorsqu'une entreprise à l'habitude de travailler avec le MTQ, elle remporte davantage ses soumissions. Cette conclusion semble logique au sens qu'une entreprise qui a déjà eu l'occasion de travailler avec le MTQ connaît ses attentes mais surtout les soumissionnaires auxquels elle a fait face et leurs niveaux de prix.

- Les entreprises hors Québec sont traitées au même titre que les entreprises québécoises : **infirmée**

Nous constatons que les entreprises filiales d'une entreprise internationale ont un moins bon taux de succès que les entreprises québécoises de manière significative. Nous avons néanmoins conclu le contraire dans l'analyse des tendances (Figure 6.16); à savoir que les filiales internationales remportaient davantage leurs soumissions que les autres entreprises. La régression nous permet ainsi de dire le contraire. D'autres facteurs déterminent donc le fait que les entreprises filiales d'entreprises étrangères sont défavorisées par rapport aux entreprises québécoises.

- **(H3)** La CEIC a redistribué les cartes parmi les différents entrepreneurs après la mise en place de la CEIC : **validée**

Finalement, à travers la variable catégorique *date*, nous essayons de voir s'il y a eu un avant et un après CEIC. On constate qu'après la mise en place de la CEIC en 2011, le taux de succès des entreprises est plus faible qu'avant. Ce résultat peut trouver plusieurs explications. La première rappelle l'observation faite suite à la Figure 6.2 qui montrait une diminution du budget du MTQ. Il y a donc moins de contrats à remporter pour un nombre d'entreprises quasi identique ce qui implique naturellement une baisse du taux de succès des entreprises.

- **(H4)** Les entreprises ne font pas face au même taux de succès d'une région à une autre : **infirmée**

Les variables ne sont pas significatives pour pouvoir tirer de conclusions. Nous rejetons donc notre hypothèse.

- **(H6)** Plus le nombre de soumissionnaires est grand, plus la probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente augmente : **validée**

Plus l'entreprise fait face à un nombre moyen de soumissionnaires élevé, plus son taux de succès annuel diminue. En effet, plus le nombre de soumissionnaires est élevé, plus le montant du contrat est important (Figure 6.8 & Figure 6.9). Ces contrats attirent donc plus de soumissionnaires et il est naturellement plus difficile de tirer son épingle du jeu.

- **(H7)** Plus le montant du contrat est élevé, plus la compétition est féroce : **validée**

Plus les entreprises répondent à des contrats de catégorie 3 (100k\$ au seuil de l'AMP), plus le taux de succès diminue par rapport aux contrats de catégorie 2 et 4. Ce résultat est cohérent puisqu'il y a plus de contrats et de soumissions par contrat dans la catégorie 3.

- **(H8)** Plus la distance moyenne au projet est faible, plus le taux de succès des entreprises est important : **infirmée**

La régression linéaire avait permis de mettre en avant que la distance n'avait pas d'effet sur l'intensité de la concurrence, cette nouvelle régression permet de rajouter que la distance entre le soumissionnaire et le lieu du projet n'influe pas sur le taux de succès de l'entreprise.

- **(H10)** Les entreprises de taille intermédiaire ont un taux de succès plus faible que les grandes et petites entreprises : **validée**

D'autre part, par rapport aux entreprises de moins de 100 personnes, le taux de succès est meilleur pour les entreprises de taille intermédiaire, mais plus faible pour les grandes entreprises. Ainsi, les grandes entreprises semblent être en mesure de répondre plus facilement à de nombreuses soumissions, comparativement aux petites entreprises, sans toutefois les remporter. En gardant en ligne de mire que le coût d'une soumission est importante, nous pouvons penser que les grandes entreprises peuvent bénéficier d'économie d'échelle et ainsi multiplier le nombre de soumissions qu'elles font. Les petites entreprises vont avoir tendance à faire moins de soumissions mais les faire de sorte à remporter le contrat.

- **(H11)** Plus les entreprises répondent à des AOP, plus leur taux de succès diminue : **validée**

Plus les entreprises répondent à des contrats gré à gré et d'AOI, plus elles ont des taux de succès important. Ce résultat est normal étant donné que ce sont des modes de passation où la concurrence est réduite par définition.

7.3 Régression logistique binomiale

7.3.1 Présentation du modèle de la régression

7.3.1.1 Objectif spécifique (C)

La régression logistique que nous mettons en place a pour objectif de mettre en lumière ce qui influence la venue d'entreprises « hors Québec » sur les appels d'offres des contrats de construction. Nous utilisons la même base de données que pour la régression multiple à savoir la base de données linéaire.

7.3.1.2 Observations retenues

Pour cette régression, nous ne prenons pas en compte tous les contrats de construction de notre base de données. En effet, nous nous intéressons aux déterminants de la présence d'entreprise hors Québec dans les appels d'offres, appels d'offres qui sont ouverts, rappelons-le, aux soumissionnaires hors Québec à partir de 100k\$. Nous souhaitons aussi déterminer l'influence de la région de livraison, nous conserverons ainsi seulement les contrats où la région de livraison est unique. Ainsi, sur les 7342 contrats de la base de données, nous conservons 4104.

7.3.1.3 Variables

7.3.1.3.1 Variables dépendantes

Afin de répondre à cet objectif, nous considérons une nouvelle fois des variables continues et des catégoriques pour expliquer la présence ou non d'entreprises « hors Québec ».

La variable dépendante est donc dichotomique, elle prend la valeur 0 s'il n'y pas d'entreprises « hors Québec » sur l'appel d'offres et la valeur 1 s'il y a une ou plus d'entreprises « hors Québec » sur l'appel d'offres.

Tableau 7.11 Présentation de la variable dépendante

Présence hors Québec	Fréquence	Pourcentage
0	3063	74,63%
1	1041	25,37%
Total	4104	100%

La variable dépendante présente un déséquilibre de classes relativement important. Il est important de la garder en tête puisque sans modélisation on peut en affectant la modalité majoritaire à tous les individus obtenir un taux d'erreur assez faible (25,37%).

7.3.1.3.2 Variables indépendantes

Nous considérerons des variables continues et des variables catégoriques pour expliquer la présence hors Québec.

Deux variables continues sont considérées dans le modèle. Le nombre de soumissionnaires moyen sur l'appel d'offres et le montant du contrat. Nous effectuons une transformation logarithmique à ce dernier. D'autre part, nous considérons trois variables catégoriques dans notre modélisation, à savoir la région de livraison, l'année et le type de projet. Nous présentons toutes ces variables dans le Tableau 7.12 et le Tableau 7.13.

Tableau 7.12 Description des variables continues

Variables	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart type
Nb. soumissionnaires québécois	2	5,1	23	2,8
Log(Montant contrat+1)	4,7	5,9	7,9	0,5

Tableau 7.13 Description des variables catégoriques

Variables	Catégorie																		Total	Modalité de référence
Régions	Nom	Abitibi Témiscamingue	Bas Saint Laurent	Capitale Nationale	Centre du Québec	Chaudière Appalaches	Côte Nord	Estrie	Gaspésie - Îles de la Madeleine	Lanaudière	Laurentides	Laval	Mauricie	Montréal	Montréal	Outaouais	Nord du Québec	Saguenay Lac Saint Jean	-	Montréal
	Nombre	157	152	493	106	607	268	394	86	8	2	202	103	730	203	250	40	303	4104	
	Fréquence	3,8%	3,7%	12,0%	2,6%	14,8%	6,5%	9,6%	2,1%	0,2%	0,0%	4,9%	2,5%	17,8%	4,9%	6,1%	1,0%	7,4%	100,0%	
Année	Nom	2009			2010		2011		2012			2013		2014		2015			-	2015
	Nombre	566			555		560		572			601		597		653			4104	
	Fréquence	13,8%			13,5%		13,6%		13,9%			14,6%		14,5%		15,9%			100,0%	
Type de projet	Nom	Routes			Pont			Nivellement			Signalisation			Mixte		Autres			-	Routes
	Nombre	644			1012			92			426			1611		319			4104	
	Fréquence	15,7%			24,7%			2,2%			10,4%			39,3%		7,8%			100,0%	

7.3.2 Résultats obtenus

7.3.2.1 Qualité du modèle

Les différents critères de qualité du modèle que nous avons présentés dans le chapitre précédent sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7.14 Critères de qualité du modèle logistique

Critère		Valeur
LL		-1526,37
Déviance		3052,73
AIC		0,76
Pseudo R ²	R ² _{taux d'erreur}	0,32
	R ² _{McFadden}	0,34
Matrice de confusion	Taux d'erreur	17,16%
	Sensibilité	60,61%
	Spécificité	90,40%

Les différents indicateurs liés à notre régression témoignent d'une qualité satisfaisante. Nous avons un R² de Mac Fadden de plus de 30% et nous avons un taux d'erreur de 17,16%. Ce taux d'erreur est meilleur que le taux d'erreur du modèle trivial ce qui signifie que notre modèle de prédiction est meilleur que ce dernier. Si nous nous intéressons davantage à la courbe ROC (figure ci-dessous), nous pouvons dire qu'avec une AUC=0,88 que la discrimination est excellente.

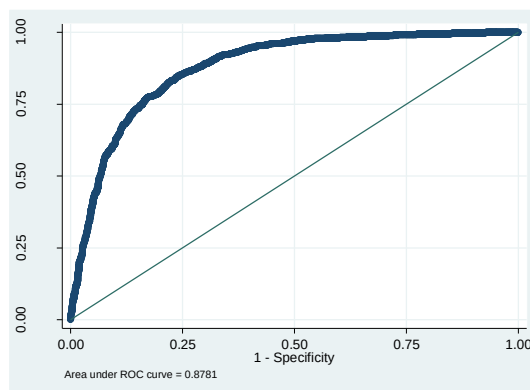


Figure 7.4 Courbe ROC de notre modèle

Tableau 7.15 Matrice de confusion

	0 prédit	1 prédit	Total
0 observé	2769	294	3063
1 observé	410	631	1041
Total	3179	925	4104

7.3.2.2 Surévaluation des prédictions

En présentant la variable dépendante, nous avons présenté le déséquilibre de classes qui existait. Ce déséquilibre implique une surévaluation des prédictions. Nous avons donc essayé pour contourner ce problème d'optimiser la régression. Nous avons donc défini des intervalles de confiance pour les valeurs prédites des deux modalités de notre variable dépendante. Ces intervalles de confiance sont des intervalles où 97,5% des valeurs prédites se trouvent. Nous situons ensuite les valeurs prédites par rapport à ces intervalles afin de leur attribuer la modalité correspondante. Le tableau ci-après présente ces intervalles de confiance pour la variable dépendante.

Tableau 7.16 Optimisation de la régression logistique binomiale

Présence hors Québec observé	Moyenne PhQ _{prédit}	Ecart type PhQ _{prédit}	Intervalle de confiance à 97,5%
0	0,161	0,131	[0,15403;0,16822]
1	0,526	0,325	[0,49586;0,55623]

Ainsi, si la valeur prédite est supérieure à 0,49 nous lui affectons la valeur 1, si elle est inférieure à 0,16 la valeur 0. Si la valeur prédite est comprise entre les deux intervalles, on conserve la prédiction. Cette méthode ne permet pas une amélioration significative de la qualité du modèle (tableau ci-après).

Tableau 7.17 Comparaison entre le modèle optimisé et non optimisé

Modèle	Ordonnée à l'origine	Coefficient directeur	R ²
Sans optimisation	0,096	0,5102	0,282
Avec optimisation	0,0986	0,5114	0,281

7.3.2.3 Paramètres estimés

La Figure 7.5 résume les résultats de la régression. En vert sont notés les paramètres qui ont une p-value $\leq 5\%$. Nous remarquons que la totalité des paramètres est significative.

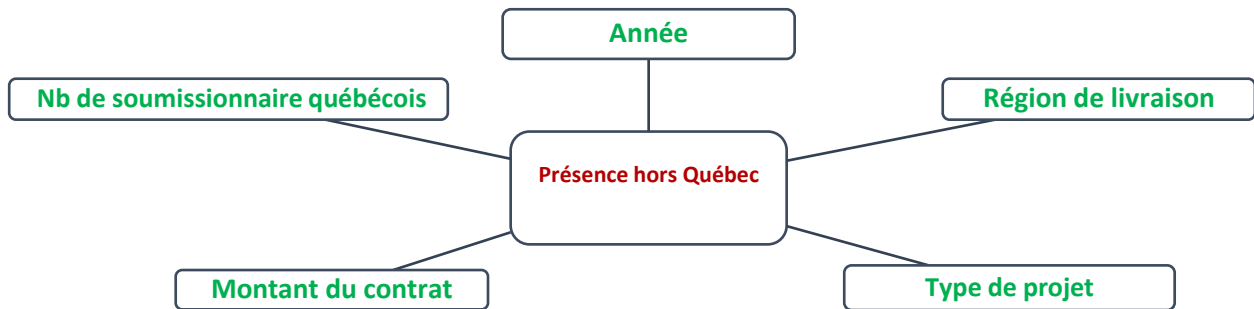


Figure 7.5 Significativité des paramètres estimés

Nous allons maintenant étudier de manière plus approfondie les résultats obtenus et les mettre en perspectives avec les différentes hypothèses que nous avons émises à la section 5.3.2.

Tout comme pour les régressions précédentes, nous considérons dans un premier temps les variables d'intérêts principales puis nous ajoutons au fur et à mesure les autres variables. On retrouve les coefficients estimés pour les variables des différents modèles ainsi que les écarts types associés (entre parenthèses dans le tableau). Le Tableau 7.18 présente les coefficients et écarts types obtenus pour quatre modèles distincts.

Tableau 7.18 Tableau des résultats du modèle de régression logistique

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Log(montant contrat)</i>	0.858*** (0.0694)	0.914*** (0.0708)	1.369*** (0.0909)	0.914*** (0.0960)
<i>Nb de soumissionnaires</i>	-0.135*** (0.0155)	-0.149*** (0.0158)	-0.147*** (0.0177)	-0.0887*** (0.0186)
<i>2009</i>		-0.631*** (0.142)	-0.840*** (0.172)	-0.932*** (0.180)
<i>2010</i>		-0.404*** (0.138)	-0.358** (0.167)	-0.451*** (0.175)
<i>2011</i>		-0.489*** (0.140)	-0.700*** (0.169)	-0.721*** (0.177)
<i>2012</i>		-0.381*** (0.137)	-0.380** (0.166)	-0.382** (0.174)
<i>2013</i>		0.00280 (0.131)	-0.0182 (0.153)	-0.0540 (0.160)
<i>2014</i>		0.0645 (0.130)	0.104 (0.154)	0.0167 (0.160)
<i>Autres</i>			-2.661*** (0.401)	-2.846*** (0.406)
<i>Mixte</i>			-0.608** (0.270)	-0.999*** (0.283)
<i>Nivellement</i>			-2.294*** (0.262)	-2.531*** (0.271)
<i>Pont</i>			0.0395 (0.280)	-0.266 (0.294)
<i>Signalisation</i>			-3.068*** (0.335)	-3.479*** (0.343)
<i>Abitibi Témiscamingue</i>				-1.297*** (0.253)
<i>Bas Saint Laurent</i>				0.529** (0.215)
<i>Capitale Nationale</i>				0.197 (0.312)
<i>Centre du Québec</i>				0.893 (0.845)
<i>Chaudière Appalaches</i>				0.606 (1.445)
<i>Côte Nord</i>				-0.308 (0.252)
<i>Estrie</i>				1.235*** (0.293)
<i>Gaspésie - Îles de la Madeleine</i>				0.571*** (0.197)
<i>Lanaudière</i>				-2.234*** (0.572)
<i>Laurentides</i>				1.167*** (0.230)
<i>Laval</i>				-3.511*** (0.450)
<i>Mauricie</i>				-0.882*** (0.198)
<i>Montérégie</i>				-0.361*** (0.127)
<i>Nord du Québec</i>				-0.460 (0.306)
<i>Outaouais</i>				-1.229*** (0.154)
<i>Saguenay Lac Saint Jean</i>				-3.276*** (0.334)
Constante	-5.576*** (0.425)	-5.606*** (0.431)	-8.042*** (0.611)	-4.625*** (0.665)
Observations	4,104	4,104	4104	4,103
R²	0,06	0,07	0,3	0,34

Les paragraphes suivant présentent les résultats des modélisations. Ces résultats sont confrontés aux différentes hypothèses que nous avons émises à la page 77. Nous constatons dans un premier temps une stabilité des coefficients obtenus à travers les différents modèles, ce qui témoigne de la robustesse des résultats obtenus.

- **(H3)** Au fur et à mesure des années, la présence d'entreprise hors Québec augmente : **validée**

La variable année présente 7 modalités correspondant aux années de 2009 à 2015. L'année 2015 est prise comme année de référence. Ainsi, par rapport à l'année 2015, les années de 2009 à 2012 sont significatives et on remarque que leurs effets mêmes si négatifs sur la probabilité de présence d'entreprises étrangères ont une tendance positive : les coefficients augmentent d'une année à l'autre à l'exception de 2010.

- **(H4)** Les régions frontalières du Québec sont plus propices à la venue d'entreprises hors Québec: **validée**

Plusieurs régions administratives du Québec sont frontalières avec d'autres provinces (Ontario et Nouveau Brunswick) ou avec les États-Unis. Ces régions sont celles qui ont les cases vertes dans la colonne « Frontalière » du Tableau 7.19. On peut donc penser que théoriquement ces régions seront celles où la présence d'entreprises hors Québec sera favorisée. La régression permet de dire que c'est le cas pour les 2/3 des régions frontalières. La proximité géographique a réellement un rôle dans la présence étrangère.

Tableau 7.19 Effet de la proximité géographique sur la probabilité de présence d'entreprises étrangères

Variables – Région de livraison	Frontalière	Effet sur Y
Abitibi Témiscamingue	Oui	Négatif
Bas Saint Laurent	Oui	Négatif
Capitale Nationale	Non	Négatif
Centre du Québec	Non	Négatif
Chaudière Appalaches	Oui	Négatif
Côte Nord	Non	Négatif
Estrie	Oui	Positif
Gaspésie - Iles de la Madeleine	Oui	Positif
Lanaudière	Oui	Positif
Laurentides	Oui	Positif
Laval	Non	Négatif
Mauricie	Non	Positif
Montréal	Oui	Positif
Nord du Québec	Non	Négatif
Outaouais	Oui	Positif
Saguenay Lac Saint Jean	Non	Négatif

- **(H5)** Plus le projet requiert une expertise spécifique, plus la probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente augmente : **infirmée**

Lorsqu'on s'intéresse à la variable qui distingue les différents types de projet, on remarque que toutes les modalités sont significatives. Ces modalités sont comparées au type de projet « Routes ». Nous pouvons voir que les projets routiers sont ceux qui attirent le plus les entreprises hors Québec.

- **(H6)** Plus le nombre de soumissionnaires québécois est important, plus la probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente augmente : **validée**

Si un contrat attire un grand nombre de soumissionnaires québécois, il n'y a pas de raison qu'il n'attire pas d'entreprise hors Québec.

- **(H7)** La probabilité qu'une entreprise hors Québec soit présente sur un appel d'offres augmente avec le montant du contrat: **validée**

Le montant du contrat a un effet positif sur la présence d'entreprise hors Québec comme en témoigne le signe de son coefficient. Ainsi, lorsque le montant du contrat augmente, la probabilité qu'une entreprise hors Québec soumissionne augmente. Ce résultat est cohérent au sens que si le contrat est attirant pour une entreprise hors Québec, il doit l'être aussi pour les entreprises québécoises.

CHAPITRE 8 CONCLUSION

8.1 Réponses aux objectifs

L'étape fondamentale du projet de recherche était de regrouper et d'enrichir les bases de données du SEAO et du registre des entreprises québécoises en vue de proposer une nouvelle approche de modélisations statistiques. Nous avons ainsi mis en place une base de données regroupant de nombreuses données à la fois sur les contrats de construction du MTQ, mais aussi sur les entreprises ayant voulu faire ou fait affaire avec le ministère. Cette base de données a permis de développer quelques modèles en sus de permettre de faire un portrait descriptif de la concurrence et de son évolution entre 2009 et 2015 afin d'apporter une réponse à notre objectif général ; qui rappelons-le était de développer des modélisations statistiques permettant de quantifier les paramètres influençant la concurrence, mais aussi ses effets sur le marché public québécois de la construction.

8.1.1 Portrait de la concurrence

Le portrait issu de cette base de données est relativement flatteur pour le marché public québécois de la construction. En effet, une grande partie des indicateurs témoignant du niveau de concurrence connaît une évolution positive sur la période temporelle étudiée. Ainsi, dans une moindre mesure nous pouvons dire que la crise qui a éclaboussé le secteur de la construction en 2010/2011 a eu un impact positif sur le comportement des différents acteurs des marchés publics (entreprises et gouvernements).

8.1.2 Influence positive des entreprises étrangères

L'objectif général s'est décliné en trois sous objectifs. Dans un premier temps, nous avons caractérisé l'intensité de la concurrence et ses déterminants **(A)**. Nous avons pu mettre en évidence que la présence d'entreprise étrangère sur les appels d'offres renforce la concurrence de manière significative. La présence d'entreprises étrangères est donc souhaitable et il faut l'encourager à travers des accords de libéralisation ou des règlements de moins en moins discriminants pour les entreprises étrangères.

Puis à travers le modèle de régression logistique **(C)**, nous avons pu déterminer les facteurs influençant la présence d'entreprises étrangères dans les appels d'offres. Cette présence est principalement motivée par la proximité géographique, les montants engagés, mais aussi par le

type de projet. Finalement, nous souhaitions savoir si les entreprises étrangères étaient défavorisées par rapport aux entreprises québécoises. Nous avons donc **(B)** déterminé les facteurs influençant le taux de succès des entreprises. Les firmes étrangères font face à un taux de succès moindre que les entreprises québécoises ce qui sous-entend un biais en leur défaveur dans le processus d'adjudication.

8.1.3 Distance

D'autre part, nous pensions que la distance jouerait un rôle dans nos différentes régressions au regard de la littérature. Ce n'a donc pas été le cas. Les coûts de transport ne sont donc pas une composante majeure dans le montant des soumissions. Ces coûts sont aussi à relativiser dans le secteur de la construction puisque même s'ils peuvent être importants, les entreprises établissent la plupart du temps leur quartier à proximité immédiate du chantier et s'approvisionnent en matériaux dans la région concernée; ce qui a tendance à minimiser l'impact des coûts de transport.

8.2 Utilités et extensions possibles

8.2.1 Promouvoir la libéralisation des marchés publics

Les résultats que nous avons mis en avant dans la partie précédente vont tous dans le même sens à savoir que la présence étrangère a un impact positif sur le marché public de la construction. Ainsi, dans une moindre mesure nous pouvons dire que les accords de libéralisation permettent d'obtenir de tels résultats. Toutefois, on remarquera que les accords de libéralisation facilitent la venue d'entreprises étrangères mais que ce n'est pas par ce biais qu'elles soumissionnent en préférant s'installer durablement sur le territoire à travers des filiales.

8.2.2 Méthodologie transposable

La méthodologie que nous avons mise en place (compilation des bases de données du SEAO et du REQ) peut être reproduite pour mener des analyses et des modélisations proches des nôtres dans d'autres secteurs, avec d'autres organismes publics ou encore sur d'autres horizons temporels.

Le secteur de la construction est un secteur spécifique qui a des particularités (main d'œuvre locale etc.) qui ne favorisent pas la présence d'entreprises étrangères. Ainsi, il serait intéressant de s'intéresser aux mêmes questions que nous nous sommes posées, mais dans les autres secteurs des

marchés publics et ainsi faire des parallèles ou propositions en fonction des particularités des secteurs, des accords, lois et règlements auxquels ces secteurs sont soumis afin de favoriser les bonnes pratiques.

8.3 Limites de l'étude et avenues futures de recherche

Notre projet est toutefois perfectible sur certains points qu'il convient de discuter.

8.3.1 Critiques

Notre projet s'est limité aux contrats de construction pour les modélisations. En effet, compte tenu du mode d'attribution des contrats de services d'ingénierie en deux étapes, il n'a pas été possible de répliquer les variables dépendantes et donc de faire les modélisations pour ces derniers. Ainsi, la caractérisation de l'intensité de la concurrence doit passer par d'autres indicateurs. Or, les données disponibles dans le SEAO ne nous permettent pas d'en calculer.

D'autre part, nos trois modélisations statistiques comportent des variables catégoriques avec de nombreuses modalités (17 pour les régions administratives, 6 pour les années etc.). Or, il est recommandé en statistique de limiter le nombre de modalités (environ 5) par variable afin que les résultats soient les plus significatifs possibles. Il est possible de remédier à ce problème en agrégeant certaines modalités entre elles. Néanmoins, ce procédé demande une étude approfondie pour regrouper des modalités comparables entre elles. Par exemple, dans notre cas, nous aurions pu regrouper des régions frontalières avec d'autres provinces ensemble en prenant en compte d'autres indicateurs comme les flux commerciaux existant entre ces dernières. En effet, les flux commerciaux entre les Montérégie et les États-Unis ne sont surement pas comparables au flux existant entre le Bas-Saint-Laurent et le Maine.

8.3.2 Axes d'amélioration

En sus du problème d'agrégation des données pour traiter les variables catégoriques, un axe d'amélioration du projet concernerait directement les données ouvertes du SEAO et du REQ. En effet, les mauvais renseignements, les variables incomplètes, la non-possibilité de téléchargement des données entrave largement les études possibles. D'autre part, l'ajout de variable dans la base de données du SEAO serait souhaitable comme notamment la ou les localités des travaux, les notes de qualité obtenue pour les modes d'attribution en deux étapes.

8.3.3 Avenues futures de recherche

Finalement, l'étude de la présence d'entreprises étrangères sur les appels d'offres a fait l'objet de peu d'analyses ou d'études au Québec à notre connaissance. Toutefois, les études de Boulenger et Joanis (2015, 2016) et nos résultats montrent que la présence étrangère est positive pour le Québec. Cette présence permet notamment une baisse des prix par une concurrence accrue, ou encore de nouvelles façons de faire (technologiques ou techniques).

Une des avenues de recherche de ce projet serait de s'attaquer aux contraintes limitant la concurrence étrangère sur le marché public de la construction. Il serait ainsi justifié d'explorer plus en profondeur les raisons qui freinent les entreprises canadiennes ou étrangères à soumissionner sur le marché public québécois de la construction. Il pourrait être entrevu deux grands axes d'analyses complémentaires.

Le premier serait de recenser les restrictions existantes, quelles qu'elles soient, et présentes dans les appels d'offres auxquels les entreprises « hors Québec » font face sur le marché public de la construction.

Il en découle ainsi notre deuxième axe. Celui-ci aurait pour objectif de déterminer parmi les restrictions recensées dans le 1^{er} axe, celles qui limitent le plus la présence d'entreprises étrangères. Il serait alors intéressant de sonder les entreprises « hors Québec » ayant répondu aux appels d'offres afin de comprendre pourquoi elles soumissionnent peu ou pas et quelles restrictions présentent le plus grand frein à leur présence au Québec. Le sondage pourrait s'étendre à des entreprises de construction d'autres provinces et d'États américains voisins n'ayant jamais participées à des appels d'offres au Québec.

BIBLIOGRAPHIE

Anderson, R. D., & Kovacic, W. E. (2009). Competition Policy and International Trade Liberalisation: Essential Complements to Ensure Good Performance in Public Procurement Markets. *Public Procurement Law Review*, 18(2), 67-101.

Anderson, R. D., Pelletier, P., Osei-Lah, K., & Müller, A. C. (2011). *Assessing the value of future accessions to the WTO Agreement on Government Procurement (GPA): some new data sources, provisional estimates, and an evaluative framework for individual WTO members considering accession*. WTO Staff Working Paper ERSD-2011-15, October. WTO. Tiré de http://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd201115_e.pdf

Bajari, P., & Ye, L. (2003). Deciding Between Competition and Collusion. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 971-989. doi:10.1162/003465303772815871

Bollen, K. A., & Jackman, R. W. (1985). Regression Diagnostics: An Expository Treatment of Outliers and Influential Cases. *Sociological Methods & Research*, 13(4), 510-542. doi:10.1177/0049124185013004004

Boulenger, S., & Joanis, M. (2015). *Analyse économique des marchés publics dans l'industrie de la construction au Québec* (Rapport n° 2015RP-23). CIRANO

Boulenger, S., & Joanis, M. (2016). L'ouverture des marchés publics aux soumissionnaires hors-Québec (Chapitre 13). Dans *Le Québec économique 6. Le défi des infrastructures*: Presses de l'Université Laval.

Bourque, G. L. (2016). *Investissements publics : où s'en va le Québec ?* (Rapport n° Fiche Technique 8). Institut de recherche en économie contemporaine (IREC). Tiré de <http://www.irec.net/upload/File/ftc201610.pdf>

Caillaud, B. (2001). Ententes et capture dans l'attribution des marchés publics. Dans *E. Cohen et M. Mougeot, Enchères et Gestion Publique* (p. 215-244): La Documentation Française.

Charbonneau, F., & Lachance, R. (2015). *Rapport final de la Commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction*. Québec: Gouvernement du Québec.

Chassin, Y., & Joanis, M. (2010). *Détecter et prévenir la collusion dans les marchés publics en construction : Meilleures pratiques favorisant la concurrence* (Rapport n° 2010RP-13). CIRANO.

Chong, Staropoli, & Yvrande-Billon. (2013). Enchères ou négociations dans les marchés publics : une analyse empirique. *Revue d'économie industrielle*, 141, 51-72.

Clément, B. (2016a). Chapitre 1 : Introduction [Présentation PowerPoint] *MTH8302 - Analyse de régression et analyse de variance* Tiré de <http://www.groupe.polymtl.ca/mth6301/mth8302/NotesCours/REG-ch01-Introduction.pdf>

Clément, B. (2016b). Chapitre 3 : Régression multiple - partie 1 [Présentation PowerPoint] *MTH8302 - Analyse de régression et analyse de variance* Tiré de <http://www.groupe.polymtl.ca/mth6301/mth8302/NotesCours/REG-ch03-Multiple1.pdf>

Clément, B. (2016c). Chapitre 4 : Régression multiple - partie 2 [Présentation PowerPoint] *MTH8302 - Analyse de régression et analyse de variance* Tiré de <http://www.groupe.polymtl.ca/mth6301/mth8302/NotesCours/REG-ch04-Multiple2.pdf>

Clément, B. (2016d). Chapitre 5 : Régression multiple - partie 3 [Présentation PowerPoint] *MTH8302 - Analyse de régression et analyse de variance* Tiré de <http://www.groupe.polymtl.ca/mth6301/mth8302/NotesCours/REG-ch05-Multiple3.pdf>

Cook, R. D., & Weisberg, S. (1982). *Residuals and influence in regression*: New York: Chapman and Hall.

Duguet, E. (2010). *Econométrie des panels avec applications*. Tiré de http://emmanuel.duguet.free.fr/ouvrage_panel_07_v2_3.pdf

Evenett, S. J., & Hoekman, B. M. (2005). Government procurement: market access, transparency, and multilateral trade rules. *European Journal of Political Economy*, 21(1), 163-183. doi:10.1016/j.ejpoleco.2004.01.001

Falvey, R., La Chimia, A., Morrissey, O., & Zgovu, E. (2008). *Competition policy and public procurement in developing countries*. Research Paper No. 08/07. Centre for Research in Economic Development and International Trade (CREDIT). Tiré de <http://www.nottingham.ac.uk/credit/documents/papers/08-07.pdf>

Fonds Monétaire International. (2014). Perspectives de l'économie mondiale : Nuages et incertitudes de l'après-crise *Études économiques et financières* (p. 1020-1343).

Froeb, L. M., Koyak, R. A., & Werden, G. J. (1993). What is the effect of bid-rigging on prices? *Economics Letters*, 42(4), 419-423. doi:10.1016/0165-1765(93)90095-t

Geloso Grosso, M., Jankowska, A., & Gonzales, F. (2008). *Trade and regulation : the case of construction services*. Paris: OCDE.

Gupta, S. (2002). Competition and collusion in a government procurement auction market. *Atlantic Economic Journal*, 30(1), 13-25. doi:10.1007/bf02299143

Hsiao, C. (1986). Analysis of panel data. *Econometric Society monographs*, New York: Cambridge University Press.

Hurlin, C. (2001, 31/01/2017). L'économétrie des données de panel - Modèles linéaires simples. Tiré de http://www.univ-orleans.fr/deg/masters/ESA/CH/CoursPanel_Chap1.pdf

Institute for Digital Research and Education. (s.d). Regression with Stata Chapter 2 – Regression Diagnostics. Tiré de <http://stats.idre.ucla.edu/stata/webbooks/reg/chapter2/stata-webbooksregressionwith-statachapter-2-regression-diagnostics/>

Jobidon, N. (2011). *Le choix d'un mode d'adjudication ou d'attribution des contrats comportant une dépense inférieure au seuil d'appel d'offres public en vertu de la Loi sur les contrats des organismes publics*. (Mémoire, Université Laval). (28747)

Politique de gestion contractuelle concernant le resserrement de certaines mesures dans les processus d'appel d'offres des contrats des organismes publics, c.29, a.26 C.F.R. (2006).

Lemoine, M., Madies, T., & Madies, P. (2013). Les grandes questions d'économie et de finances internationales : décoder l'actualité. Dans (p. 22-23): De Boeck.

Lesage, R. B., J, Bouchard, E., & Sexton, J. (2005). *Rapport d'enquête sur les dépassements de coûts et de délais du chantier de la Société Papiers Gaspésia de Chandler*. Québec : Gouvernement du Québec.

Maltais, A. L. (2011). *Accord économique et commercial global Canada-Europe : quelles conséquences pour le Québec ?* (Rapport n° ISBN 978-2-923203-11-9). Institut de recherche en économie contemporaine (IRÉC). Tiré de <http://www.irec.net/upload/File/aecg.pdf>

- Ouellet, E. (2005). *Guide d'économétrie appliquée pour Stata pour ECN 3950 et FAS 3900*. Université de Montréal.
- Rakotomalala, R. (2011). *Pratique de la régression logistique : Régression Logistique Binaire et Polytomique*. Université Lumière Lyon.
- Rous, P. (s.d). Modèles estimés sur données de panel *Cours d'Econométrie des Données de Panel – Master « Economie et Finance » - Faculté de Droit et des Sciences Economiques de Limoges*. Tiré de http://www.unilim.fr/pages_perso/philippe.rous/Donnees_de_Panel.pdf
- Sexton, J. (1989). Controlling Corruption in the Construction Industry: The Quebec Approach. *ILR Review*, 42(4), 524-535. doi:doi:10.1177/001979398904200404
- Shingal, A. (2015). Econometric Analyses of Home Bias in Government Procurement. *Review of International Economics*, 23(1), 188-219. doi:10.1111/roie.12164
- Trionfetti, F. (2000). Discriminatory Public Procurement and International Trade. *The World Economy*, 23(1), 57-76. doi:10.1111/1467-9701.00262
- Trionfetti, F. (2002). Politiques d'achats publics et spécialisations internationales. *Économie & prévision*, 152(1), 141-150. doi:10.3406/ecop.2002.6371
- Trognon, A. (2003). L'économétrie des panels en perspective. *Revue d'économie politique*, 113, 727-748. doi:10.3917/redp.136.0727

ANNEXE A – COMMANDES STATA

A.1 Test de Hausman

STATA permet la réalisation de ce test à travers les lignes de commandes suivantes :

```
quietly xtreg $ylist $xlist, fe
estimates store fixed
quietly xtreg $ylist $xlist, re
estimates store random
hausman fixed random
```

La figure suivante est renvoyée par le logiciel :

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed	(B) random		
Distancemo~e	.0000576	3.71e-06	.0000538	.0000281
Nbsoum	-.030065	-.0300409	-.0000241	.0017243
Partdemar~rs	-2.072017	-.6677083	-1.404308	.6354379

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
 = 4.88
 Prob>chi2 = 0.0870

Figure A. 1 Test de Hausmann

Dans cet exemple, le test accepte l'hypothèse nulle ($p \geq 0.05$). Le modèle à effet aléatoire est le plus approprié pour estimer nos paramètres.

A.2 Test de Breusch Pagan

```
xtreg $ylist $xlist, fe/re *régression
predict résidus *récupère les résidus
gen résidus2 = résidus^2 *génère les résidus carrés
reg résidus2 $xlist *régression des résidus sur les variables explicatives
```

A.3 Correction de l'hétéroscédasticité intra individu

Correction des écarts types par la méthode d'Eiger-White en présence d'hétéroscédasticité

Option *vce(robust)*

La ligne de commande est donc *xtreg \$ylist \$xlist, vce(robust)*

Tauxdesucces	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
t1	0	(omitted)				
t2	0	(omitted)				
t3	0	(omitted)				
t4	0	(omitted)				
Distancemoyenne	.0000576	.0000616	0.93	0.350	-.0000633	.0001785
Nbsoum	-.030065	.0038437	-7.82	0.000	-.0376045	-.0225255
Partdemarcheendollars	-2.072017	1.032345	-2.01	0.045	-4.096994	-.0470394
_cons	.4079496	.0279753	14.58	0.000	.3530751	.462824
Firme	absorbed				(898 categories)	

Figure A. 2 t de student corrigé

A.4 Test d'hétéroscédasticité inter individu

Le logiciel nous renvoie par exemple les résultats ci-dessous après l'exécution de la commande *xttest3*:

```
. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i

chi2 (898) = 5.3e+35
Prob>chi2 = 0.0000
```

Figure A. 3 Résultat du test d'hétéroscédasticité

En l'occurrence ici, le test rejette l'hypothèse nulle ($p \leq 0.05$) qui est l'homoscédasticité intra individu. Dans cet exemple, nous pouvons conclure qu'on est en présence d'une hétéroscédasticité inter et intra individu, c'est-à-dire que :

$$\forall i \in [1; n]; \forall t \in [1; p], \sigma_{i,t} \neq \sigma_i$$

A.5 Autocorrélation inter-individus

Les lignes de commande sont :

xtreg \$ylist \$xlist, fe/xtgls

xttest2

Le logiciel nous renvoie par exemple les résultats ci-dessous :

```
Correlation matrix of residuals:

    ___e1    ___e2    ___e3    ___e4    ___e5    ___e6    ___e7
___e1  1.0000
___e2  0.3615  1.0000
___e3  0.5391  0.4146  1.0000
___e4  0.3209  0.4660 -0.3015  1.0000
___e5 -0.2032 -0.3764 -0.3590 -0.3080  1.0000
___e6 -0.2572  0.2432 -0.0491 -0.1065  0.2321  1.0000
___e7  0.6403  0.0793  0.8206 -0.4358 -0.0818  0.0355  1.0000

Breusch-Pagan LM test of independence: chi2(21) = 28.914, Pr = 0.1161
Based on 10 complete observations over panel units
```

Figure A. 4 Résultat du test d'autocorrélation inter-individus

Ici, le test rejette l'hypothèse nulle ($p \leq 0.05$) qui est l'indépendance des résidus entre les individus. Les termes d'erreurs sont donc autos corrélées. On peut corriger cette corrélation avec la commande *panel(corr)*.

A.6 Autocorrélation intra-individus

L'autocorrélation intra-individu est testé à travers la commande STATA *xtserial*. La commande nous donne la figure suivante :

```
. xtserial $ylist $xlist

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
F( 1, 301) = 10.943
Prob > F = 0.0011
```

Figure A. 5 Résultats STATA du test d'autocorrélation intra-individus

Ici, l'hypothèse nulle est rejetée, il y a donc corrélation des erreurs intra-individu. Dans ce cas, l'autocorrélation peut être prise en compte sous STATA en utilisant

xtgls, *panel(...)* *corr(ar1)* ou *xtregar \$ylist \$xlist, fe (ou re)*

ANNEXE B – DÉTAILS SEAO

B.1 Variables inscrites au SEAO

Section avis

Numéro SEAO : [numéro d'identification du contrat](#)

Numéro : [numéro d'identification du contrat au sein de l'organisme émetteur de l'avis](#)

Organisme : [nom de l'organisme émettant l'avis](#)

Municipal : [contrat municipal ou non](#)

Adresse 1, Adresse 2, Ville, Province, Pays, Code Postal : [adresse de l'organisme](#)

Titre : [titre de l'avis](#)

Type : [Mode d'adjudication de l'avis](#)

Nature : [Nature du contrats \(services, biens, travaux...\)](#)

Précision : [si contrats de services, services de nature ou technique ou services professionnels](#)

Date publication : [date de mise en ligne sur le SEAO](#)

Date fermeture, Date saisie ouverture, Date saisie adjudication, Date adjudication : [dates clés de la procédure d'adjudication](#)

Région Livraison : [région\(s\) administrative\(s\) où se déroule l'avis](#)

UNSPSC Principale : [code UNSPSC de l'avis](#)

Disposition : [précision du contexte de l'avis](#)

Section fournisseurs

Nom Organisation : [nom du soumissionnaire](#)

Adresse 1, Adresse 2, Ville, Province, Pays, Code Postal : [adresse du soumissionnaire](#)

Neq : [numéro d'entreprise québécois du soumissionnaire](#)

Admissible : [soumission admissible ou non](#)

Conforme : [soumission conforme ou non](#)

Adjudicataire : gain ou perte de l'appel d'offres

Montant soumis : montant soumis par le soumissionnaire

Montant soumis unité : unité du montant soumis (\$, \$/année, \$/km etc)

Montant contrat : montant du soumissionnaire si retenu comme adjudicataire

B.2 Contrats considérés

Nous nous concentrerons sur les contrats émis seulement par le Ministère des Transport du Québec concernant le service de la gestion contractuelle et le service des acquisitions

Nous supprimerons de l'analyse par l'intermédiaire d'un filtre les numéros UNSPSC ci-dessous qui correspondent à des services « typiquement fournis par de la main-d'œuvre exclusivement locale ou à des services qui ne sont pas dans le domaine de la construction ou du génie, par exemple les services d'hommes à tout faire, de déneigement, de défrichage, de location de machinerie lourde ou d'édition, de design, de graphisme et de beaux-arts. »³⁹

- 70000000 (Services d'agriculture, de pêche, d'exploitation forestière et de pourvoirie)
- 71000000 (Services - industries minière, pétrolière et gazière)
- 72101501 Services d'hommes à tout faire
- 72102405 Services de marquage de la chaussée
- 72102901 Services de déneigement
- 72102902 Services d'aménagement du paysage
- 72103001 Services de défrichage
- 72160000 Service d'entretien et de réparation d'outils
- 72191500 Entretien routier (déneigement, balayage)
- 72500000 Location de machinerie lourde avec opérateur
- 76000000 Services de nettoyage industriel
- 77000000 Services environnementaux
- 78000000 Services de transport, d'entreposage, de messagerie et d'aménagement de bureau

³⁹ Boulenger, Joanis, Québec Économique 2016

- 80000000 Services de gestion, de professionnels spécialisés et d'administration
- 82000000 Services d'édition, de design, de graphisme et de beaux-arts
- 83000000 Services publics et services liés au secteur public
- 84000000 Services financiers et d'assurance
- 90000000 Services de voyages, de restauration, d'hébergement et de divertissement
- 93000000 Services - politique et affaires civiques ; Déneigement ; Contrats informatique

On remarque aussi que certaines entrées sont mal renseignées. On retrouve la nature du service dans le titre du contrat. Nous allons supprimer toutes les lignes contenant déneigement, neige, location dans leurs titres.

ANNEXE C – CONSTRUCTION DES VARIABLES

C.1 Détermination du lieu du projet

La première étape consiste à faire un premier « dégrossissement » en extrayant de la cellule « titre » la partie entre parenthèses qui correspond la plupart du temps à la municipalité où ont lieu les travaux. Cette partie peut aussi renseigner un tronçon de route, la référence d'un pont etc. La formule Excel est la suivante :

=STXT(A2;CHERCHE(CAR(40);A2)+1;CHERCHE(CAR(41);A2)-CHERCHE(CAR(40);A2)-1)

Avec A2 cellule « titre »

A la fin de cette étape, un certain nombre de projets peut être localisée. Il reste néanmoins deux cas particuliers qui sont les suivants :

- Lorsque le « titre » précise de façon trop générale le lieu d'exécution en donnant la municipalité régionale (MRC), le canton, un TNO ou encore un territoire. Par exemple, pour le numéro SEAO n°527640, le titre est « Confection de bandes rugueuses sur les accotements des segments désignés des autoroutes 15 et 20 et 30 et 730 (***Ouest-de-la-Montérégie***) »
- Lorsque les travaux se font à cheval sur plusieurs villes. Par exemple, pour le numéro SEAO n° 494748, le titre est « Réhabilitation de la route 350 (***Saint-Paulin et Charrette***) »

Pour le premier type de cellule, aucun lieu ne sera affecté au projet étant donné que la localisation ne pourra être qu'imprécise. Pour le deuxième type de cellules, on extraira les différentes municipalités. Cette extraction constituera la deuxième étape.

Cette étape a pour objectif de traiter tous les projets ayant lieu sur au moins deux municipalités. Pour ces derniers, il va être extrait le nom des différentes municipalités dans des cellules successives à l'aide de différentes formules Excel. Avant toutes choses, il convient de remplacer toutes les virgules par « et » pour simplifier le traitement. Il est alors possible d'extraire le nom de la commune située à gauche du « et » à l'aide de la formule Excel suivante :

Ville à gauche du « et » =GAUCHE(E2;CHERCHE(" ";E2;CHERCHE("et";E2;1)-2))

Puis d'extraire le nom de la commune située à droite du « et » :

Ville(s) à droite du « et » =DROITE(E2;NBCAR(E2)-CHERCHE("et";E2;CHERCHE(" ";E2)+1)-2)

Par exemple, pour le contrat n°494748, il est obtenu sur la même ligne mais dans des colonnes différentes « Saint Paulin » et « Charrette ».

Pour les contrats qui sont à cheval sur plus de deux communes, il est nécessaire de continuer le traitement, en appliquant les mêmes formules successivement.

Après cette deuxième étape, la majeure partie des projets a pu être localisé. La troisième et dernière étape consiste à surmonter les problèmes d'homonymies qui pourraient exister pour certaines communes ayant un homonyme dans d'autres pays du monde. Pour cela, la province est rajoutée après le lieu du projet sous la forme « *municipalité, Qc* » pour se limiter aux communes québécoises. La formule Excel suivante est utilisée :

=CONCATENER(F2; ", Qc")

Avec F2 cellule précisant le lieu du projet

Nombre de projet où la distance a pu être calculé

La figure suivante a pour objectif de quantifier le nombre de contrats de construction où il ne sera pas possible de calculer la distance entre le lieu du projet et les soumissionnaires. La figure présente en proportion par année le nombre de contrats où la distance peut être calculée. La distance n'est pas calculée pour les contrats qui n'ont qu'un soumissionnaire car nous souhaitons voir l'effet de la distance lorsqu'on est face à différentes soumissions.

Tableau C. 1 Proportion de soumissions où la distance a pu être calculée

	Nombre de soumissions où la distance a pu être calculée	Nombre de soumissions totale	Ratio des soumissions où la distance a pu être calculée
2009	3543	3663	97%
2010	3550	3697	96%
2011	1523	4043	38%
2012	3855	4100	94%
2013	1948	3754	52%
2014	3849	3978	97%
2015	3838	4215	91%

On constate que pour la plupart des contrats exceptés en 2011 et 2013, la distance est calculable.

C.2 Calcul de la distance entre les soumissionnaires et le lieu d'exécution du projet

Avant de calculer la distance, il est nécessaire de créer une nouvelle entrée dans la base de données qui est l'adresse complète des soumissionnaires. La formule Excel suivante permet la concaténation des entrées « adresse 1 », « ville », « code postal » et « province » de la base de données :

Adresse complète =CONCATENER(A1;" "; A2;" ";A3;" ";A4)

Avec Ai les 4 entrées citées ci-dessus

La cellule résultante est alors sous la forme : adresse, ville, code postal, province.

La formule de la première étape est la suivante :

1^{ère} étape =SERVICEWEB("https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/xml?origins="&A2&
"&destinations="&B2&"&mode=driving")

Avec A2 : lieu d'exécution du projet et B2 : adresse du soumissionnaire

Le résultat de cette étape est la création d'une réponse aux formats XML sur le web. Il est possible ensuite d'extraire sur cette réponse en XML la distance calculée à partir de la formule suivante :

Distance=FILTRE.XML(C2; "/DistanceMatrixResponse/row/element/distance/value")*1^e-3

C2 : cellule effectuant la requête « service web », 1^e-3 permet d'obtenir le résultat en km

A la fin de cette deuxième étape, la cellule Excel prend la valeur en kilomètre de la distance routière qui sépare les deux villes. Il ne reste plus qu'à dérouler la formule sur la base de données pour les projets ayant pu être localisés.

Pour un certain nombre de cellule, la distance n'est pas calculée. Ceci est dû à des adresses de soumissionnaires mal renseignées (erreurs de frappes principalement). Pour ces dernières, une correction au cas par cas est effectuée.

Exemple d'application

Pour un trajet entre les villes de Thetford Mines et Victoriaville une recherche sur Google Maps donne une distance routière de 72,9km.

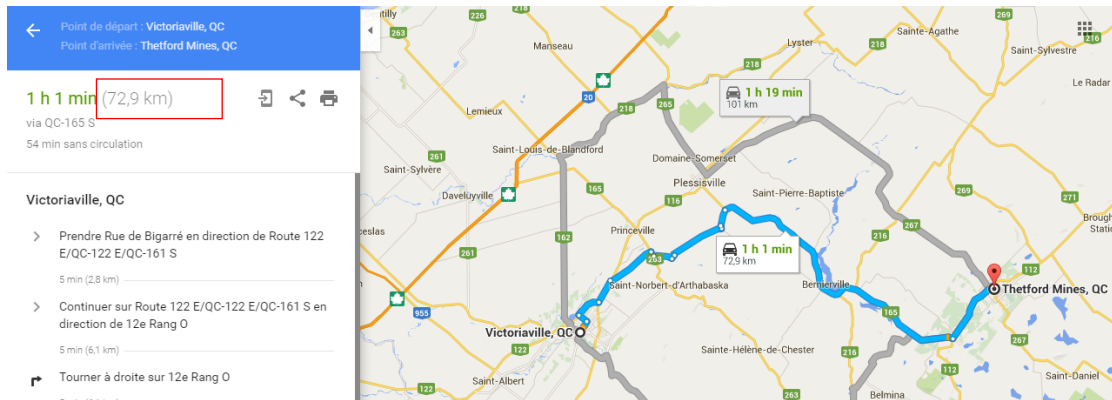


Figure C. 1 Capture d'écran de l'itinéraire calculé sur Google Maps

La même requête avec le service Google Maps API, on obtient bien la même distance qui correspond à l'itinéraire le plus court en distance. La requête est la suivante :

[https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/xml?origins= « Victoriaville,Qc »&destinations=« Thetford Mines,Qc »&mode=driving](https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/xml?origins=« Victoriaville,Qc »&destinations=« Thetford Mines,Qc »&mode=driving)

La page web au format XML du résultat de la requête est présentée sur la figure ci-dessous :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<DistanceMatrixResponse>
  <status>OK</status>
  <origin_address>Victoriaville, QC, Canada</origin_address>
  <destination_address>Thetford Mines, QC, Canada</destination_address>
  <row>
    <element>
      <status>OK</status>
      <duration>
        <value>3589</value>
        <text>1 heure 0 min</text>
      </duration>
      <distance>
        <value>72923</value>
        <text>72,9 km</text>
      </distance>
    </element>
  </row>
</DistanceMatrixResponse>
```

Figure C. 2 Capture d'écran de la page web affichée après la requête

C.3 Nombre de soumissionnaire par appel d'offres

On calcule le nombre de soumissionnaires par appels d'offres en comptabilisant le nombre de fois où apparaît le même numéro SEO. On renvoie ensuite la valeur dans la même ligne mais dans une colonne spécifique à cette nouvelle variable. La formule est la suivante :

=NB.SI(\$D\$2:\$D\$; D2)

Avec D2 renvoyant au numéro SEO

C.4 Classement des soumissionnaires

Afin de classer les soumissionnaires, il est nécessaire de faire un double tri de deux colonnes de la base de données. La base de données va être triée par numéro SEAO croissant et par montant soumis croissant. Pour cela, une macro est réalisée et est présentée ci-après.

```
Sub Classement()
With ActiveWorkbook.Worksheets("Onglet1").AutoFilter.Sort
.SortFields.Clear
Tri par ordre croissant de numéro SEAO
.SortFields.Add Key:=Range("A1"), SortOn:=xlSortOnValues, _ 'Les numéros sont dans la colonne A
    Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
Tri par ordre croissant des montants soumis
.SortFields.Add Key:=Range("C1"), SortOn:=xlSortOnValues, _ 'Les montants sont dans la colonne C
    Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Ajout du classement
With ActiveWorkbook.Worksheets("Onglet1").AutoFilter.Range
.Columns("D").Rows(2).Resize(.Rows.Count - 1) _
    .FormulaR1C1 = "=IF(RC1=R[-1]C1,R[-1]C+1,1)"
'Le classement va être inséré de façon itérative dans la colonne D à partir de la formule ci-dessus
End With
End Sub
```

Les soumissionnaires sont alors classés pour tous les contrats de construction par soumission croissante.

C.6 Analyse textuelle pour déterminer le type de projet

Le tableau ci-dessous présente les mots clés utilisés pour catégoriser par type les contrats du SEAO.

Tableau C. 2 Mots clés utilisés pour catégoriser par type les contrats du SEAO

Pont	Pont, Ponceau, P-
Routes	Asphalte, Pavage, Enrobée, chaussée, Voie, Échangeur, Dalle béton, Bretelle, Tronçon, Réfection, A Réfection, route, Construction Route, Courbe, Giratoire, Réaménagements, Couche
Signalisation, éclairage, pose de clôtures	Signalisation, Mâts, Éclairage, Tours, Bandes, Glissières, Lampadaires, Luminaire, Lampes, Retenues, Marquage, Clôtures, Feux
Nivellement	Planage, Drainage, Terrassement, Talus, Déblais, Dynamitage, Fossé, Érosion, Fondation, Mur

C.7 Formules Excel utilisées pour créer la base de données contrats

Nombre de soumissionnaires hors Québec

=NB.SI.ENS('seao2009-2015'!C:C;bdcontrats!A2;'seao2009-2015'!O:O;"=FI")+NB.SI.ENS('seao2009-2015'!C:C;bdcontrats!A2;'seao2009-2015'!O:O;"=FP")+NB.SI.ENS('seao2009-2015'!C:C;bdcontrats!A2;'seao2009-2015'!O:O;"=E")

Présence hors Québec

=NB.SI.ENS(K2;">0")

Distance minimale

=MIN(SI(('seao2009-2015'!C2:C10000=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AG2:AG10000<>"")); 'seao2009-2015'!AG2:AG10000))

Prix minimum - Calcul Matriciel

=MIN(SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>"")); 'seao2009-2015'!AA:AA))

Prix maximum - Calcul Matriciel

=MAX(SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>''));'seao2009-2015'!AA:AA))

Moyenne des soumissions - Calcul Matriciel

=MOYENNE(SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>''));'seao2009-2015'!AA:AA))

Médiane des soumissions - Calcul Matriciel

=MEDIANE(SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>''));'seao2009-2015'!AA:AA))

Q1 - Calcul Matriciel

=QUARTILE((SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>''));'seao2009-2015'!AA:AA));1)

Q3 - Calcul Matriciel

=QUARTILE((SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>''));'seao2009-2015'!AA:AA));3)

Présence consortium

=NB.SI.ENS('seao2009-2015'!C:C;bdcontrats!A2;'seao2009-2015'!O:O;"=C")

=NB.SI.ENS(K2;">0")

Ecart type

=ECARTYPE.PEARSON(SI(('seao2009-2015'!C:C=bdcontrats!A2)*('seao2009-2015'!AA:AA<>''));'seao2009-2015'!AA:AA))

C.8 Bilan

La figure C-2 schématise le processus de création des nouvelles variables de la base de données. A partir des variables d'origines, des variables intermédiaires ont été créées dans certains cas pour aboutir à de nouvelles variables qui constitueront en partie la future base de données.

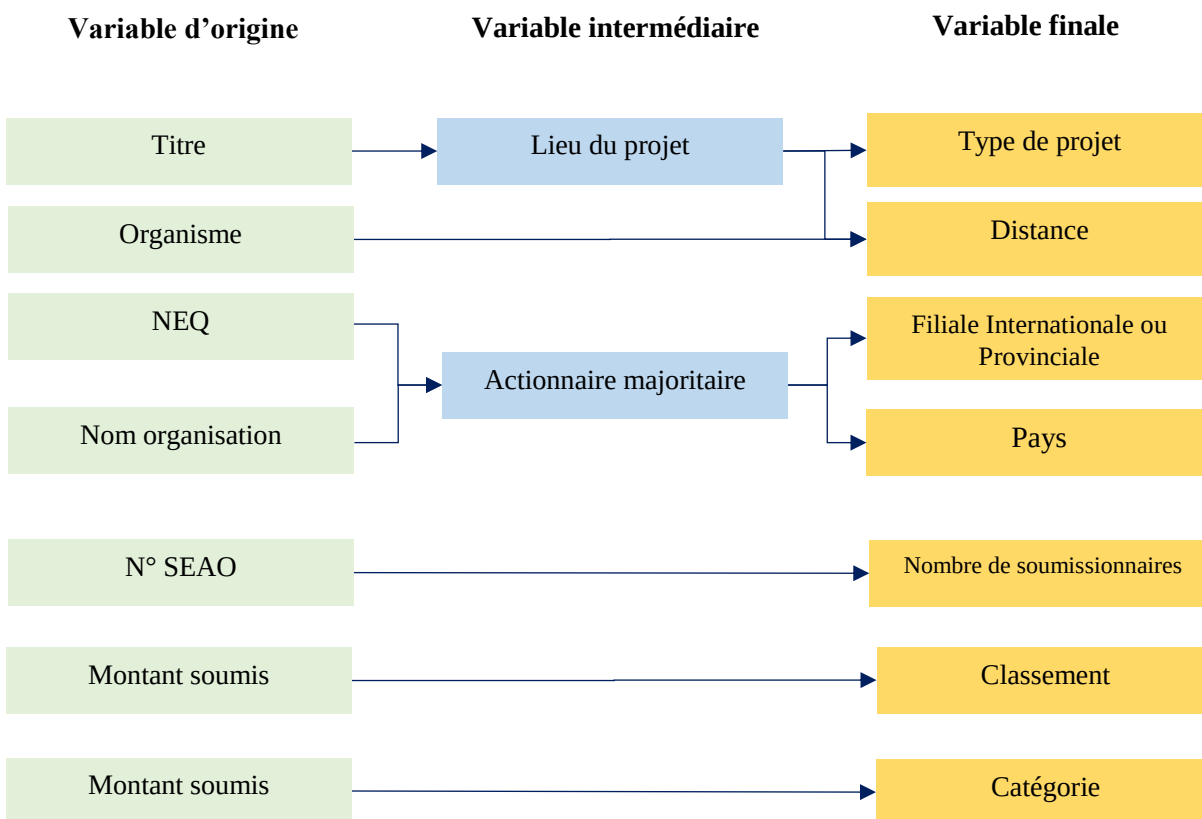


Figure C. 3 Schéma du processus de création de nouvelles variables

ANNEXE D – REGISTRE DES ENTREPRISES

D.1 Problématique liée au nom des soumissionnaires

Dans la base du SEAO est précisé le nom des entreprises ayant pris part aux appels d'offres. On constate que les champs où sont renseignés les noms des entreprises présentent de nombreuses erreurs. On entend par erreur un certain nombre d'erreurs de frappes, de mots manquants ou encore de noms différents pour des mêmes entreprises. Par exemple, la firme suivante présente deux noms qui ne diffèrent que par un « s » : 9114-5698 QUEBEC AMENAGEMENT SUD-OUEST et 9114-5698 QUEBEC AMENAGEMENTS SUD-OUEST. Ces différences posent problème puisqu'il n'est pas possible par exemple de regrouper tous les contrats auxquels une même entreprise a soumissionné. Nous allons donc uniformiser les noms des entreprises afin qu'une même entreprise ait toujours le même nom. Pour cela, nous allons remplacer certains termes pour minimiser les différences entre noms de mêmes entreprises, puis nous supprimerons les derniers doublons manuellement. Toutes ces opérations sont faites sur une feuille Excel séparée où nous avons seulement tous les noms tels que et les noms uniformisés associés. La chronologie des modifications des noms des entreprises est exposée dans le tableau ci-dessous :

Aide-mémoire pour uniformisation des noms des entreprises <i>Tout mettre en majuscule : formule =MAJUSCULE(X)</i>		
Chercher	Remplacer	Termes potentiellement problématiques
, LES		
, LA		
,	"1 espace"	
"4, 3, 2 espaces"	"1 espace"	
ACCENT (À Â Ê É È Ô)	A, E et O	
LA H	H	
LA F	F	
LA CIE	C	
LA COM	COM	
LA SB	SB	
LES PAV	PAV	
LES FOND	FOND	
LES TECH	TECH	
LES ENT	ENT	
LES AG	AG	
LES CON	CON	
&	ET	

LTEE / LIMITEE/ LIMITED/LIMITE		
INC.... INC, INC .		BETON PROVINCIAL
()		
[]		
ENR		HENRI ...
ASSOCIES		
" "		

D.2 Registre des entreprises

Une fois que les noms des entreprises ont tous été uniformisés, nous créons une base de données « registre des entreprises » pour faciliter l’ajout de variable propre à ces dernières. Le registre est en quelque sorte un relevé de l’identité de l’entreprise annuel. Il se présente de la façon suivante :

Nom uniformisé	Années	Structure de propriété	Type consortium	Pays	Taille	Existence
----------------	--------	------------------------	-----------------	------	--------	-----------

D.3 Structure de propriété des entreprises

Pour préciser la structure de propriété des firmes, nous nous basons sur le travail réalisé dans le cadre du chapitre 13 du Québec Économique de 2016. La base de données relative à ce chapitre introduisait deux nouvelles variables qui étaient nommées « filiales » et « pays ».

Nous introduisons ces deux mêmes variables dans notre base de données mais aussi une troisième pour préciser le type de consortiums qui ne sont pas 100% québécois et une quatrième qui est la taille des entreprises. Nous construisons ces quatre nouvelles entrées qui captent la structure de propriété des firmes pour toutes les firmes.

Variable « affiliation »

L’entrée « affiliation » peut prendre 6 valeurs distinctes. Ces valeurs correspondent aux catégories définies en 5.3.1.2.1.

Tableau D. 1 Présentation de la variable " affiliation "

Profil d'affiliation	Codage	Commentaires
(1)	E	Entreprise hors Québec, n'est pas une filiale
(2)	FI	L'entreprise est une filiale d'une entreprise hors Canada
(3)	FP	L'entreprise est une filiale d'une entreprise canadienne ayant une adresse d'affaire hors Québec
(4)	C	Consortium hors Québec
(5)	O	L'entreprise n'est pas une filiale, elle est Québécoise
(6)	C-O	Consortium québécois

Variables « Pays » et « Type de consortium »

Si la variable « affiliation » prend la valeur « FI » ou « FP », il est renseigné le pays ou la province d'origine dans la colonne « Pays ».

S'il s'agit d'un consortium hors Québec, plusieurs modalités peuvent être introduites dans la colonne « Pays » et « Type de consortium ». Le tableau suivant présente les différents cas.

Tableau D. 2 Présentation des variables pour les consortiums hors Québec

Consortium	« Type consortium »	« Pays »
100% Provincial	P	Préciser la province
100% International	E	Préciser le pays
Mixte Québécois-Provincial	O/P	Préciser la province
Mixte Québécois-Étranger	O/E	Préciser le pays

Taille des entreprises

Le registraire des entreprises propose une classification des entreprises en 12 catégories différentes. Ces différentes catégories sont présentées dans le tableau ci-dessous. Nous classifions ces deux 12 catégories en 3 nouvelles qui sont définies une nouvelle fois dans le tableau.

Tableau D. 3 Classification des entreprises

Nombre de salariés	Codage préliminaire	Classification finale
1 à 5	1	Petite entreprise
6 à 10	2	
11 à 25	3	
26 à 49	4	
50 à 99	5	
100 à 249	6	Moyenne entreprise
250 à 499	7	
500 à 749	8	Grande entreprise
750 à 999	9	
1 000 à 2 499	10	
2 500 à 4 999	11	
Plus de 5 000	12	

D.4 Macro de correspondance Visual Basic

Une fois le registre complété, une macro Visual Basic est réalisée pour faire correspondre à chaque entreprise ses caractéristiques sur la feuille la base de données du SEAO. La macro Excel est présentée ci-dessous :

Déclaration des variables

```
Private Sub Correspondance_Click()
Dim F1 As Range
Dim F2 As Range
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Dim DernLigne As Long
```

Désactivation de certaines fonctions pour accélérer le traitement des données

```
BoEcran = Application.ScreenUpdating
BoBarre = Application.DisplayStatusBar
iCalcul = Application.Calculation
BoEvent = Application.EnableEvents
BoSaut = ActiveSheet.DisplayPageBreaks
Application.ScreenUpdating = False
Application.DisplayStatusBar = False
Application.Calculation = xlManual
Application.EnableEvents = False
ActiveSheet.DisplayPageBreaks = False
```

Boucle de correspondance

```
DernLigne = Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row
Set F1 = Sheets("onglet1").Range("X2:X" & DernLigne)
Set F2 = Sheets("onglet2").Range("Y2:Y" & DernLigne)

For i = 1 To 1000
    For j = 1 To 1000
        If F1(i, 1).Value = F2(j, 1).Value Then 'Pour (i,j)=(1,1) si X2 de l'onglet 1=Y2 de l'onglet 2
            F1(i, 2).Value = F2(j, 2).Value 'Alors Y2 de l'onglet 1=Z2 de l'onglet 2
            'Possibilité d'ajout de plusieurs « alors » comme la ligne ci dessus
        End If
    Next j
Next i
```

Réactivation des fonctions

```
Application.ScreenUpdating = BoEcran
Application.DisplayStatusBar = BoBarre
Application.Calculation = iCalcul
Application.EnableEvents = BoEvent
ActiveSheet.DisplayPageBreaks = BoSaut
End Sub
```

ANNEXE E – MESURE DE DISPERSION

Généralités

La dispersion statistique représente la tendance qu'ont les valeurs d'une distribution à s'étaler, à se disperser les unes par rapport aux autres ou de part et d'autre d'une valeur centrale de référence⁴⁰. Deux grandes catégories de dispersion existent, la dispersion absolue qui est mesurée dans l'unité de mesure des observations qui constitue la distribution et la dispersion relative qui est mesurée par un nombre sans dimension.

Les mesures de dispersion relative

Plusieurs mesures de dispersion relative existent. Nous avons d'ores et déjà présenté le coefficient de variation en 5.3.3.2. Nous en explicitons ici un 2^{ème} qui est le coefficient interquartile.

Coefficient interquartile

Le coefficient interquartile noté CI est le rapport entre l'intervalle interquartile et la médiane. Plus la valeur du CI est élevée, plus la dispersion autour de la médiane est grande. Dans notre cas, plus la valeur du CI est élevée, plus l'intensité de la concurrence est faible : les soumissions sont très dispersées par rapport à la médiane.

Le calcul du CI d'une distribution X de n observations se fait par la formule suivante, où $Q_1(X)$, $Q_2(X)$ et $Q_3(X)$ représentent respectivement le premier quartile, le deuxième quartile (ou médiane) et le troisième quartile.

$$CI(X) = \frac{Q_3(X) - Q_1(X)}{Q_2(X)}$$

Pour rappel, le 1^{er} quartile est la donnée de la distribution qui sépare les 25% inférieurs des données. Le 2^{ème} quartile est la donnée de la distribution qui sépare la série en deux parties. Finalement, le 3^{ème} quartile est la donnée de la distribution qui sépare les 25% supérieurs des données.

Il est à noter que l'écart interquartile est moins sensible aux valeurs extrêmes de la distribution que l'écart type.

⁴⁰ Les paramètres de dispersion : <http://grasland.script.univ-paris-diderot.fr/Go152/Stat4/stat4.htm>

Le calcul se fait bien lorsqu'il y a au moins 4 soumissionnaires. Lorsqu'il y a 2 ou 3 soumissionnaires, on peut approximer les quartiles par les formules suivantes :

n=2	Q1 est calculé en faisant la moyenne entre la moyenne de la distribution la valeur la plus petite. Q3 est calculé en faisant la moyenne entre la moyenne de la distribution la valeur la plus grande.
n=3	Q1 est calculé en faisant la moyenne des deux valeurs les plus petites tandis que Q3 est calculé en faisant la moyenne des deux valeurs les plus grandes.

Relativisation sans référence à une valeur centrale

Il existe aussi des mesures de dispersion qui ne font pas référence à une valeur centrale, la plus courante est le minimax, qui est le rapport entre le maximum et le minimum de la distribution. Naturellement, cet indicateur est sensible aux valeurs extrêmes et ne semble pas être adapté pour capter l'intensité de la concurrence.

$$Minimax = \frac{X_{max}}{X_{min}}$$

ANNEXE F – ANALYSE DE SENSIBILITÉ

L'analyse de sensibilité se base sur les critères que nous avons énoncés en 4.2.3. Nous avons, une fois le calcul des résidus de student, des distances de Cook et des effets leviers, 260 points ou contrats qui semblent être aberrants. Le tableau ci-dessous montre le nombre d'observations supérieures au seuil par critère utilisé. On constate que 103 contrats sont supérieurs à au moins deux seuils simultanément.

Tableau F. 1 Nombre d'observations supérieures au seuil par critère utilisé.

	Résidus de Student	Distance de Cook	Effet levier
Seuil	$\text{abs}(r) > 2.5$	$d > 4/N$	$\text{lev} > (2 \cdot K + 2)/N$
Nombre d'observations	77	147	139

Nous allons étudier si oui ou non ces points sont aberrants et pour quelles raisons afin de juger de la pertinence ou non de les garder dans la régression. Pour cela, nous étudions les différentes soumissions faites sur les contrats qui ont présenté des valeurs supérieures aux seuils.

Par exemple, si nous nous intéressons aux contrats qui ont présenté des résidus de student supérieurs au seuil, nous remarquons que dans une très grande majorité de ces contrats (92%), une ou des soumissions ont présentées des valeurs nettement supérieure et/ou inférieure à l'intervalle de prix estimé par le MTQ.

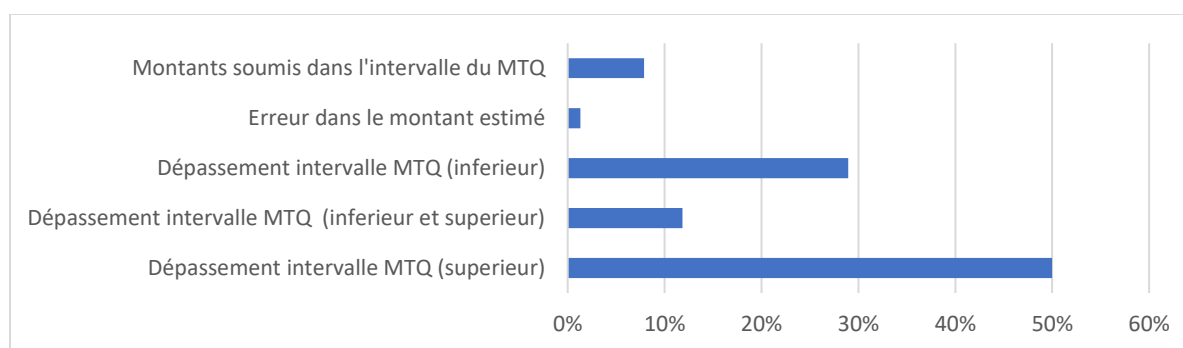


Figure F. 1 Analyse des résidus de Student présentant des valeurs anormalement élevées

La figure ci-après est un exemple de ce type de dépassement. Le MTQ avait estimé un montant entre 500k\$ et 1M\$ pour le contrat n°386603. On constate que le montant soumis du dernier soumissionnaire énorme par rapport aux autres

APPEL D'OFFRES DE TRAVAUX DE CONSTRUCTION (ISO)

RÉCEPTION ET OUVERTURE DES SOUMISSIONS À **MONTREAL**

DOSSIER N° : 8401-10-0304 Réfection de l'éclairage routier à l'échangeur A-25 / Concorde, dans la municipalité de Laval, MRC Laval, circonscription électorale de Mille-Îles.

Le montant estimé du contrat se situe entre 500 000 \$ et 1 000 000 \$.

	Soumissionnaire	NEQ	Contact	Admissible	Conforme	Montant soumis ?	Montant du contrat	Montant total incluant les options
✓	Bruneau Électrique Inc. 527 boul Dollard Joliette, (QC) CAN J6E 4M5	1142851337	Monsieur Eric Bruneau Téléphone : 450 759-6606 Télécopieur : 450 759-2653	Non diffusé	Oui	443 538,00 \$	443 538,00 \$	
	Fine Pointe Tech Inc. 1075 rue Armand-Bombardier Terrebonne, (QC) CAN J6Y 1S9		Monsieur Alain Mainville Téléphone : 450 434-3499 Télécopieur : 450 434-4235	Non diffusé	Oui	511 439,15 \$		
	Pierre Brossard 1981 Ltée 9595 Rue Ignace Brossard, (QC) CAN J4Y 2P3	1143511773	Monsieur Marc Desautels Téléphone : 450 659-9641 Télécopieur : 450 659-4068	Non diffusé	Oui	598 354,50 \$		
	Chagnon (1975) Ltée. 8345 rue Pascal-Gagnon St-Léonard Montréal, (QC) CAN H1P 1Y5 http://www.chagnon1975.com		Monsieur Guillaume Dufort-Lemay Téléphone : 514 321-5204 Télécopieur : 514 321-5835	Non diffusé	Oui	623 766,50 \$		
	Neoelect/Le Saux Inc. 104 boul Montcalm Nord Candiac, (QC) CAN J5R 3L8	1166302126	Madame Marjolaine Émond Téléphone : 450 659-5457 Télécopieur : 450 659-9265	Non diffusé	Oui	1 950 016,00 \$		

Figure F. 2 Appel d'offres pour le contrat n°386603 (issu du SEAO)

Nous supprimerons ainsi tous ces contrats de notre régression.

ANNEXE G – ANALYSE DE ROBUSTESSE

	CV	CI	Minimax
R²	0,3733	0,3004	0,4556
R² ajusté	0,3671	0,2936	0,4503
Variables	Coefficient	Coefficient	Coefficient
2009	0,0008407	-0,0005869	0,0186817
2010	0,0033866	0,0056601	0,0268371*
2011	0,0078849*	0,0098197	0,0332492*
2012	0,0056361	0,0058026	0,0367527**
2013	0,0067284*	0,0051756	0,0363655**
2014	0,0031373	-0,002404	0,0241344*
<i>Abitibi Témiscamingue</i>	-0,0201857***	-0,0234713**	-0,0634639**
<i>Bas Saint Laurent</i>	-0,02693***	-0,0350135***	-0,1078225***
<i>Capitale Nationale</i>	-0,032926***	-0,0402822***	-0,1241749***
<i>Centre du Québec</i>	-0,045383***	-0,0556576***	-0,1658567***
<i>Chaudière Appalaches</i>	-0,0498933***	-0,0648***	-0,1877475***
<i>Côte Nord</i>	-0,0065281	-0,0117351	-0,0227976
<i>Estrie</i>	-0,0336234***	-0,0406093***	-0,1228484***
<i>Gaspésie - Îles de la Madeleine</i>	-0,0334535	-0,037638	-0,1329144
<i>Laval</i>	-0,0211451***	-0,0321351***	-0,0753839***
<i>Mauricie</i>	-0,0218292***	-0,0329404***	-0,0794799**
<i>Montréal</i>	-0,0368523***	-0,0458036***	-0,1389357***
<i>Outaouais</i>	-0,011943*	-0,0134872	-0,029778
<i>Saguenay Lac Saint Jean</i>	-0,0399654***	-0,0479514***	-0,1401017***
<i>Autres</i>	0,0169785***	0,0089281	0,0751721***
<i>Mixte</i>	0,0054692*	0,0031541	0,0135493
<i>Nivellement</i>	0,0140902	0,0020043	0,0113638
<i>Pont</i>	0,0201551***	0,0220018***	0,062926***
<i>Signalisation</i>	0,0131737***	0,0197369***	0,034952*
<i>Présence consortium 0</i>			
<i>Présence hors Québec 0</i>	0,0136478***	0,0171599***	0,0519047***
<i>log écart distance</i>	-0,0002289	-0,0011133	-0,001909
<i>log montant contrat</i>	-0,0463611***	-0,0554579***	-0,2001959***
<i>nb de soumissionnaires</i>	0,0204686***	0,0279046***	0,1035132***
<i>nb de soumissionnaires2</i>	-0,000851***	-0,0011716***	-0,0034647***
<i>Constante</i>	0,3174116***	0,3725734***	2,183231***