

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ESSAIS EN ÉCONOMIE PUBLIQUE

THÈSE

PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN ÉCONOMIQUE

PAR

Ajmi BEN KHALIFA

OCTOBRE 2011

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Alhamdoulilallah,

Je tiens tout d'abord à remercier Allah qui m'a donné la force et la patience pour achever mon doctorat. Ensuite, je remercie ma famille, notamment mes chers parents Zohra et Meftah, mon épouse Omyassine, mes frères et sœurs, mes oncles et tantes ainsi que mes beaux-parents de m'avoir soutenu pour réussir mon parcours.

Je remercie également mon directeur de thèse, Professeur Nicolas Marceau, de m'avoir financé, encadré et encouragé tout au long de ces années de doctorat. Mes remerciements s'étendent aussi à mes co-directeurs Professeur Alain Delacroix et Professeur Pierre Ouellette. En particulier, je suis très reconnaissant au Professeur Ouellette d'avoir contribué à l'amélioration de mes connaissances. Je remercie de même tous les membres du jury, Professeur Robert Gagné (HEC Montréal), Professeur Pierre-Carl Michaud (UQAM) et Professeur Pierre Lefebvre(UQAM), de leur patience et de leurs commentaires fort utiles.

Je ne saurais oublier mes amis à l'Université du Québec à Montréal dont en particulier Skander Ben Abdallah, Mohammed Mnasri, Salahedine El-Omari, Nicolas Petrosky-Nadeau, Louise Lavoie, ainsi que le personnel administratif du département des Sciences Économiques dont je cite en particulier Martine Boisselle, Jacinthe Lalonde, Francine Germain et Lorraine Brisson. Je tiens aussi à remercier les institutions québécoises et canadiennes qui ont contribué au financement de ma thèse: l'Université du Québec à Montréal, Le Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec et Statistique Canada.

Finalement, je remercie tous mes amis et proches, notamment Mohammed Belghuith, Rached Nasraoui, Tarek Hamdi, Nabil Ghaleb, Hatem Ghouma, Kacem Hamza, Abdu Sattar et Abdelkarim ben Mhenni.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
RÉSUMÉ.....	vii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1	
CHOIX DU SALAIRE MINIMUM OPTIMAL EN CONTEXTE DE CONCURRENCE RÉGIONALE	4
1.1 Introduction	4
1.2 Revue de la littérature	10
1.2.1 Salaire minimum dans la littérature	10
1.2.2 La concurrence régionale dans la littérature.....	15
1.3 Conception du modèle.....	17
1.3.1 Les ménage	18
1.3.2 Les firmes.....	19
1.3.3 Gouvernement.....	20
1.3.4 Timing du modèle	21
1.4 Résolution du modèle	23
1.4.1 Étape 3: Équilibre du marché de travail	23
1.4.2 Étape 2: Équilibre de localisation	30
1.4.3 Étape 1: choix du salaire minimum	32
1.5 Dérivation et analyse des résultats.....	34
1.6 Conclusion	43

CHAPITRE 2	
USING POLITICAL CYCLES TO ESTIMATE THE EFFECT OF UNEMPLOYMENT ON CRIME	47
2.1 Introduction	47
2.2 Theoretical explanations of unemployment-crime relationship	49
2.3 Method of estimation: Panel Data.....	51
2.4 Data and estimation	52
2.4.1 Data description.....	52
2.4.2 Using political cycles as instrumental variable	57
2.5 Results and interpretations.....	64
2.6 Conclusion	73
CHAPITRE 3	
MESURE DE L'INEFFICIENCE DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ: CAS DES HÔPITAUX QUÉBÉCOIS	75
3.1 Introduction	75
3.2 Mesure de performance	80
3.2.1 Observations et technologie	80
3.2.2 Mesures de performance	81
3.2.2.1 Mesures primales	82
3.2.2.2 Mesures duales.....	82
3.2.2.3 Définir l'inefficience.....	83
3.2.3 Les méthodes de calcul de la frontière.....	85
3.2.3.1 La méthode de frontière déterministe.....	86
3.2.3.2 La méthode de frontière stochastique.....	88
3.2.3.3 Data Envelopment Analysis	90
3.2.3.4 Modèle d'Aigner et Chu (1968)	93
3.3 Base de données et spécification du modèle	96
3.3.1 Variables	96
3.3.1.1 Inputs variables	97

3.3.1.2	Inputs quasi-fixes.....	98
3.3.1.3	Les outputs	99
3.3.2	Spécification du modèle	101
3.3.3	Tests de la théorie économique	103
3.3.4	Tests de la technologie	104
3.4	Résultats.....	107
3.4.1	Inefficiences.....	109
3.4.2	Tests de la théorie économique	113
3.4.3	Tests de la technologie	114
3.5	Conclusion	120
ANNEXE 1	124
ANNEXE 2	127
ANNEXE 3	132
BIBLIOGRAPHIE	133

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1 Summary statistics.....	54
2.2 Using election as predictor of changes in unemployment rates.....	62
2.3 Estimates of the impact of unemployment rates on property crime rates.....	65
2.4 Estimates of the impact of unemployment rates on violent crime rates.....	68
2.5 Estimates of the impact of unemployment rates on drugs crime rates.....	70
3.1 Résultats(Bêtas) obtenus avec le calcul de la programmation linéaire.....	108
3.2 Coûts de l'inefficience par année.....	110
3.3 Régression de l'inefficience sur type, région, taille et temps.....	111
3.4 Rendements d'échelles par année, tous les hôpitaux	115
3.5 Mesure de flexibilité dans les extrants, tous les hôpitaux.....	117

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1 Salaires minimaux dans les provinces atlantiques.....	5
1.2 Salaires minimaux au Québec et Ontario.....	6
1.3 Choix des salaires minimaux dans les provinces canadiennes (1997-2010).....	7
1.4 Choix de salaire minimum en fonction de la part de main d'œuvre qualifiée.....	37
1.5 Nombre de firmes NC en fonction du salaire minimum choisi.....	38
2.1 Trends in Property crimes, violent crimes and Unemployment.....	55
2.2 Trends in Drug crimes and Unemployment.....	56
2.3 Yearly Changes in Unemployment Rates (Election Years versus Nonelection).....	60
3.1 Part des dépenses du système de santé au Québec (2010).....	76
3.2 Évolution des dépenses du système de santé au Québec (2010).....	77
3.3 Frontière de production efficiente.....	85
3.4 DEA, Frontière de production linéarisée.....	91
3.5 Inefficiency moyenne des hôpitaux québécois.....	109

RÉSUMÉ

Cette thèse se compose de trois chapitres ayant trait à l'économie publique. Elle aborde différentes problématiques auxquelles les gouvernements ou les centres de décisions font face. Son objectif principal est de modéliser, puis résoudre ces problématiques afin de formuler des recommandations quant aux politiques à envisager par les décideurs.

Dans le premier chapitre, qui s'intitule «Choix du Salaire Minimum Optimal en Contexte de Concurrence Régionale», nous développons un modèle théorique permettant au gouvernement de choisir le salaire minimum optimal pour sa région, étant donné qu'il est en compétition avec des régions voisines. Notre modèle est basé sur la mobilité parfaite des firmes entre les régions et la dynamique du marché de travail, supporte les résultats de Green et Harrison (2006) selon lesquels les gouvernements choisissent un salaire minimum entre les choix des régions voisines.

Le deuxième chapitre étudie l'impact du chômage sur les crimes. Nous présentons les principales théories argumentent en faveur d'une relation causale entre le chômage et les crimes. Malgré l'évidence théorique, la littérature empirique n'a pas abouti à un consensus sur cette relation. Pour surmonter les faiblesses des travaux empiriques, nous utilisons les Political Business Cycles (la conjoncture politique) comme instruments pour estimer l'impact du chômage sur les crimes au Canada. Nous prouvons ainsi un impact positif significatif du chômage les crimes contre la propriété et les crimes violents. Les gouvernements devraient envisager des politiques d'insertion et d'intégration à l'emploi pour atténuer l'ampleur et les coûts des crimes.

Le troisième et dernier chapitre traite de la question de l'efficacité des établissements de santé. En effet, les dépenses de santé augmentent de manière spectaculaire dans la majorité des pays développés. Le financement du système de santé est devenu le défi majeur pour ces pays. Dans le but de contrôler ou de freiner la croissance rapide de ces dépenses, il est incontournable de poser la question de l'efficacité des établissements de santé. Ainsi, nous présentons les différentes méthodes de mesure d'efficacité proposées dans la littérature. Nous procédons aussi à une application sur les hôpitaux québécois. En exploitant la meilleure base de données disponible et en utilisant une version adaptée du modèle d'Aigner et Chu (1968), nous estimons le niveau d'inefficacité dans ces hôpitaux et nous dégageons les économies potentielles pour le gouvernement du Québec.

Mots clés : économie publique, salaire minimum, concurrence régionale, crimes, chômage, élections, political cycles, inefficacité, hôpitaux, fonction de coûts, Québec

INTRODUCTION

Le gouvernement est un acteur important tant au plan social qu'économique. Il assume un rôle déterminant en tant qu'une partie prenante de l'économie et autorité de réglementation. L'importance du gouvernement a attiré l'attention des économistes depuis longtemps. Ainsi, les recherches ne cessent d'abonder sur tous les aspects touchant de près ou de loin le gouvernement, ses politiques et son comportement. Dans ce sens, l'Économie Publique est une branche de l'économie qui étudie les politiques que doit mener un gouvernement afin d'atteindre ses objectifs de développement économique et de bien-être de sa population. Cette discipline étudie également les problématiques économiques et sociales représentant les défis du gouvernement comme l'inégalité, les crimes, santé et éducation, renforcement des lois, etc.

L'objectif de cette thèse est d'étudier certaines questions qui se posent pour les gouvernements et les centres de décision, et s'inscrivent par conséquent dans le cadre de la discipline d'Économie Publique. En d'autres termes, nous essayons d'aborder différentes problématiques auxquelles les autorités font face. Notre méthodologie est de bien décrire ces problématiques, les traduire en modèles économiques et de trouver des prédictions permettant de formuler des recommandations quant aux politiques à envisager pour traiter ces questions.

Plus spécifiquement, la thèse comporte trois chapitres. Le premier traite la question du choix du salaire minimum en contexte de compétition régionale. Cette question se pose pour la majorité des gouvernements au sein d'une fédération ou les unions-économiques en l'occurrence les États-Unis, le Canada et l'Union-européenne. Ces gouvernements ou centres de décision sont en concurrence pour attirer plus de firmes et main d'œuvre permettant de créer de la richesse pour leur région. Il se trouve que les juridictions de ces régions, afin de réaliser leurs objectifs, doivent prendre en

considération le comportement des juridictions voisines. Le choix du salaire minimum est une décision qui s'inscrit dans ce contexte. Dans ce sens, Green et Harrison (2006) ont affirmé que les gouvernements ont tendance à choisir un salaire minimum entre les choix des régions voisines. Ils ont expliqué ce phénomène par les standards de justice sociale qui poussent les décideurs à choisir un salaire minimum pas loin des autres pour ne pas paraître injustes. Dans notre travail, nous remettons en question les explications de Green et Harrison et nous développons un modèle théorique permettant au gouvernement de choisir le salaire minimum optimal pour sa région, étant donné qu'il est en compétition avec des régions voisines. Notre modèle est basé sur la mobilité parfaite des firmes entre les régions et la dynamique du marché de travail. Notre modèle pourrait servir comme référence pour les gouvernements afin de les aider à prendre la meilleure décision quant au choix du salaire minimum.

Le deuxième chapitre porte plutôt sur l'impact du chômage sur les crimes. Au Canada, les coûts annuels des crimes s'élèvent à plus de 70 billions de dollars. Cela fait de ces crimes une préoccupation majeure des pouvoirs publics. Des efforts considérables sont consacrés à la détermination des causes des crimes et apporter les remèdes possibles. Parmi les causes évoquées par les recherches sur le sujet, nous trouvons le chômage. Du point de vue théorique, plusieurs études et modèles stipulent que le chômage pourrait mener à une augmentation de la criminalité. Malgré que les recherches empiriques se soient multipliées pour adresser la relation entre chômage et crime, la littérature empirique n'a pas abouti à un consensus sur un impact positif et statistiquement significatif. En évoquant le problème de simultanéité dans les recherches passées, nous essayons dans ce travail de mieux adresser la relation chômage-crimes. Plus spécifiquement, nous utilisons les Political Business Cycles (la conjoncture politique) comme instrument pour mieux estimer l'effet du chômage sur les crimes au Canada. Cette méthodologie nous permet d'obtenir des résultats concluants et par

conséquent être en mesure de formuler des recommandations bien fondées au gouvernement qui souhaite atténuer l'ampleur et les coûts des crimes.

Finalement, le troisième chapitre est consacré à la mesure de l'inefficience des établissements de santé. En effet, le financement du système de santé est devenu le défi majeur des pays développés. A titre d'exemples, les dépenses de santé représentent près de 16,2% du PIB aux États-Unis, 11 % au Canada et 12 % en France pour l'année 2009. Dans le contexte québécois, ces dépenses sont passées de 30% du budget global du gouvernement en 1980 à 45 % de ce budget en 2010 (Finance Québec, 2010). Avec le vieillissement des populations, la croissance rapide des dépenses du système de santé rendent impossible le maintenir de ces situations dans le futur. Dès lors, la question de l'efficience des établissements de santé s'impose. Toute tentative visant à réduire d'éventuelle inefficience dans le système de santé pourrait se traduire en économies considérables que le gouvernement pourrait réaliser. A cet effet, plusieurs méthodes sont proposées dans la littérature afin de mesurer l'efficience des établissements de santé. Cependant, la plupart des recherches souffrent de plusieurs lacunes allant du manque de données pertinentes à la dépendance des résultats sur les hypothèses économétriques retenues. Notre premier objectif dans ce chapitre est d'exploiter une riche base de données sur les hôpitaux québécois. Notre deuxième objectif est de choisir le meilleur modèle, moins dépendant des hypothèses économétriques, permettant de mesurer l'inefficience dans les hôpitaux québécois. Cela nous permet de trouver des résultats robustes moins influencés par les hypothèses de départ.

CHAPITRE 1

CHOIX DU SALAIRE MINIMUM OPTIMAL EN CONTEXTE DE CONCURRENCE RÉGIONALE

1.1 Introduction

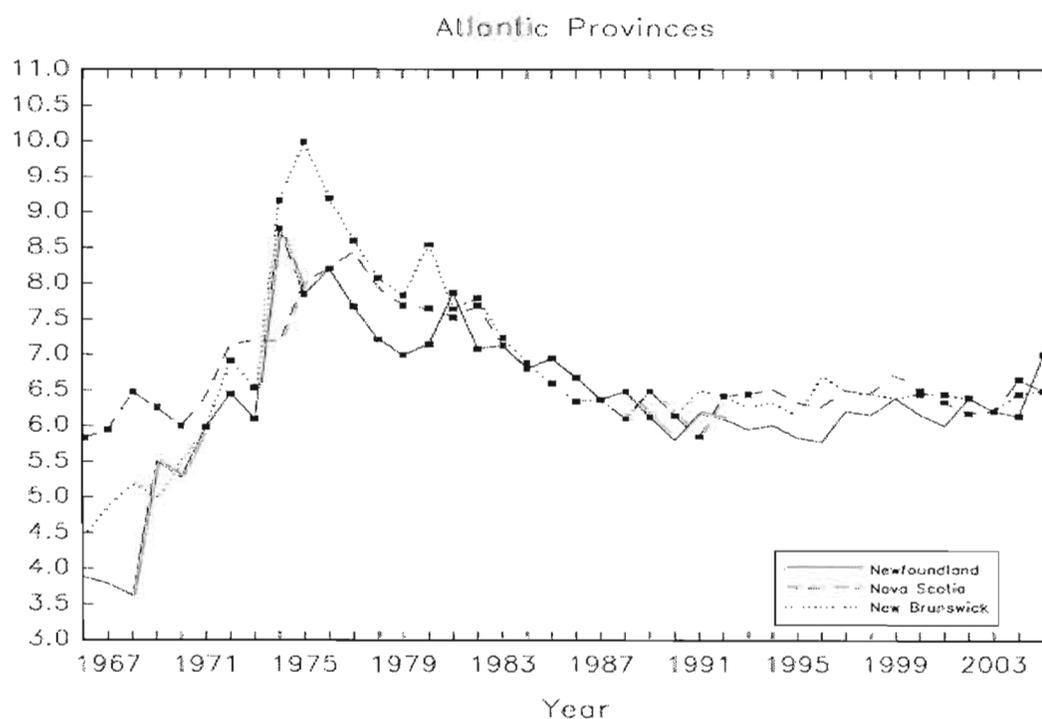
Dans un monde caractérisé par des économies de plus en plus intégrées et une mobilité croissante des facteurs de production, notamment capital et main d'œuvre, les juridictions sont confrontées à une compétition accrue sur le plan économique et sociale. Ainsi, que ce soit des pays dans une économie ouverte ou des provinces d'une même fédération, les centres de décision sont en concurrence pour attirer plus de firmes et de capital humain permettant de créer de la richesse pour la région en question. Il se trouve que les juridictions, afin de réaliser leurs objectifs, doivent prendre en considération le comportement des juridictions voisines.

La concurrence au niveau du cadre légal est devenue une préoccupation majeure des économistes ces dernières années. Le cadre légal englobe entre autres la taxation, le salaire minimum, les engagements sociaux, les normes de qualité, les normes environnementales, etc. Dans ce sens, une littérature intéressante a été consacrée au développement de modèles permettant de déterminer, pour une région, les choix économiques optimaux étant donné l'interaction avec les autres régions.

Cependant, la majorité, sinon la totalité, des études se sont focalisées sur la compétition fiscale entre régions. On peut citer Zodrow et Mieszkowski (1986); Wilson (1986); Bucovetsky, Marchand et Pestieau (1998); Wilson (1999); Boadway, Cuff et

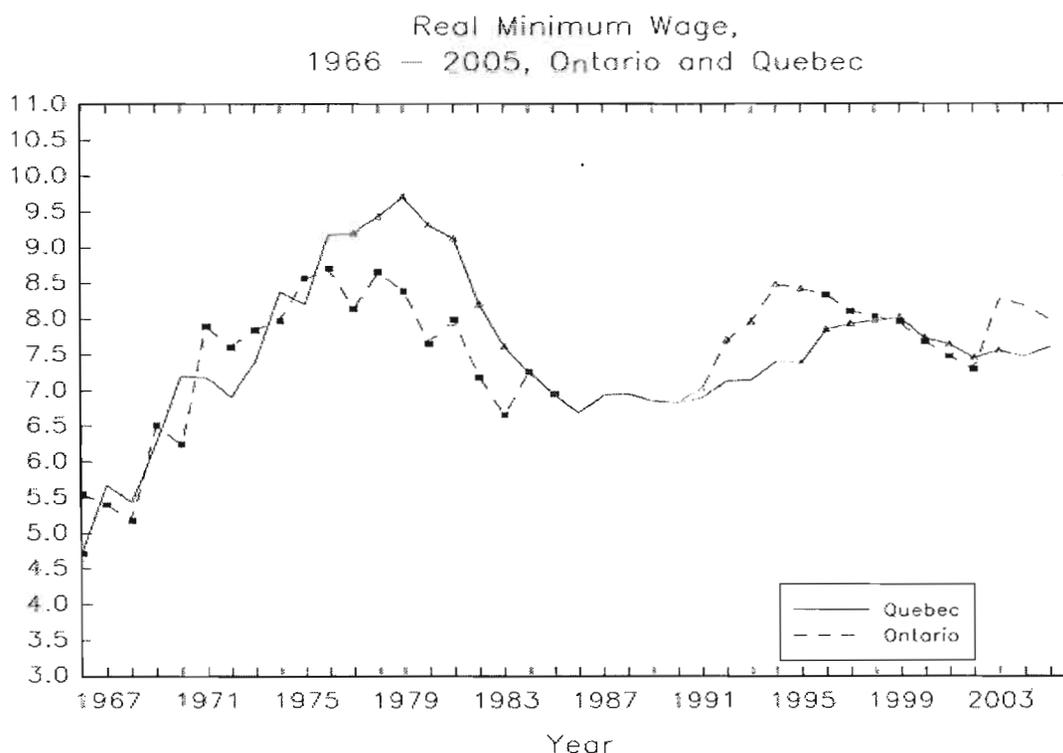
Marceau (2002) etc. Les autres aspects du cadre légal sont moins présents dans la littérature de compétition régionale. Pourtant, ces aspects sont d'une grande utilité et ont plusieurs impacts économiques. Parmi ces aspects, on cite la politique du salaire minimum. En effet, le salaire minimum est présent dans la plupart des provinces et pays développés en l'occurrence, les États-Unis, le Canada et l'Union Européenne. Admettant l'ouverture des frontières et l'interdépendance des économies, on peut penser que le choix du niveau de salaire minimum pour une région n'est pas indépendant des choix des autres régions concurrentes. Dans ce sens, Green et Harrison (2006) démontrent que les salaires minimaux des régions voisines semblent dépendants dans le temps. Selon leur résultat, chaque région choisit un niveau de salaire minimum entre les choix des autres économies voisines. Les deux graphiques suivants illustrent les résultats de Green et Harrison.

Graphique 1 : Salaires minimaux dans les provinces atlantiques



Source : Green et Harrison (2006)

Graphique 2 : Salaires minimaux en Ontario et Québec

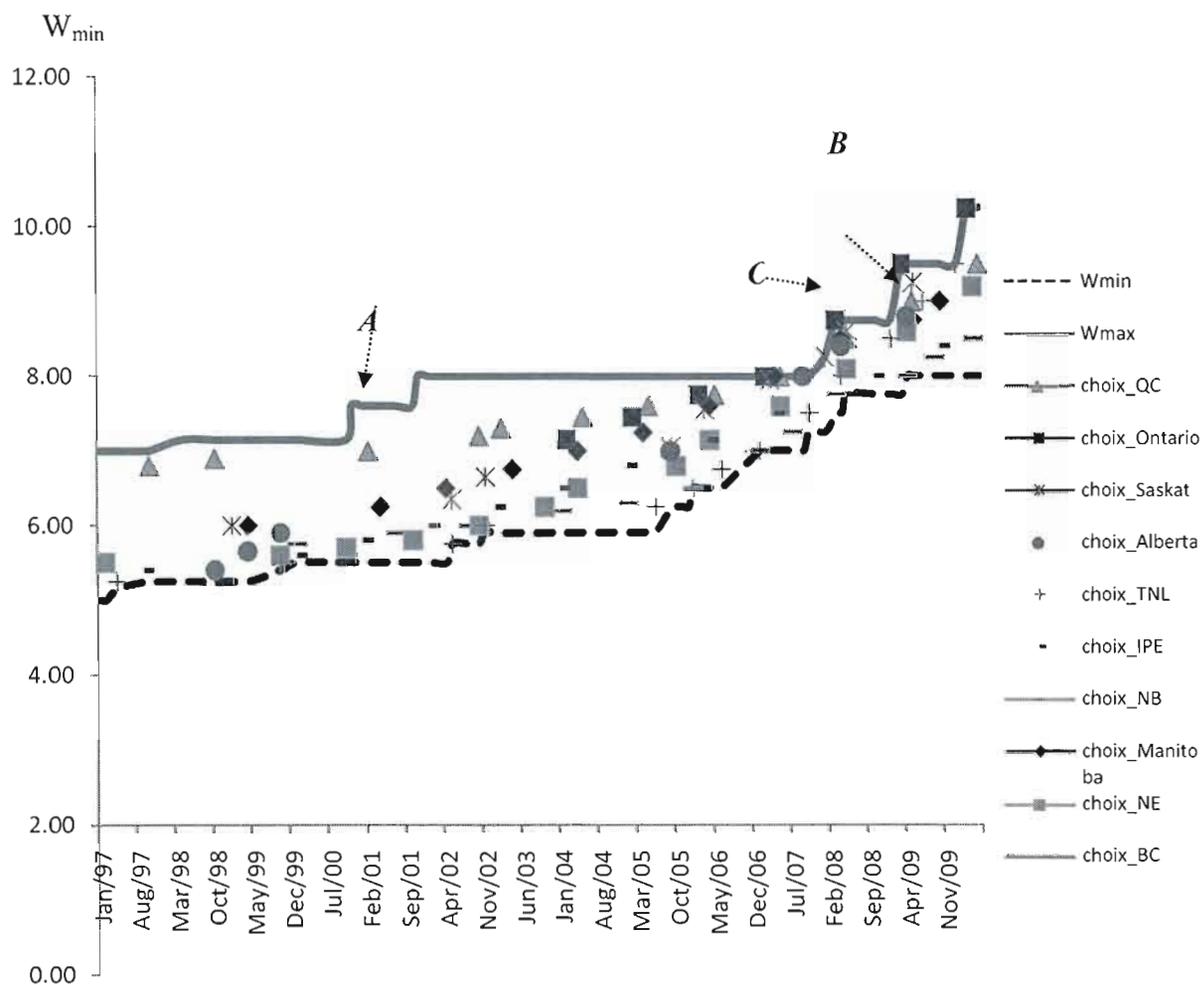


Source : Green et Harrison (2006)

Selon ces graphiques, il ya effectivement une forte indépendance entre les salaires minimaux choisis par les régions voisines entre 1967 et 2003. Le Québec et Ontario (graphique 2) semblent suivre la même tendance et le salaire minimum dans l'une des provinces ne diffère que légèrement de celui de l'autre province. Le même phénomène et à remarquer pour les provinces atlantiques. Pour illustrer ces résultats plus clairement, nous avons suivi l'évolution des salaires minimaux des provinces canadiennes durant les 14 dernières années. Durant cette période, les 10 provinces ensemble ont ajusté leurs salaires minimaux presque 100 fois. Cela veut dire qu'en moyenne chaque province a ajusté son salaire minimum un peu moins qu'une fois par année (si on exclut la Colombie Britannique). Nous avons constaté que pour 93 % de ces ajustements, la province concernée choisit un salaire minimum dans l'intervalle compris entre le

minimum et le maximum des salaires minimaux en vigueur dans les autres provinces lors de la prise de décision. Le graphique 3 ci-dessous illustre ces faits.

Graphique 3: choix des salaires minimaux dans les provinces canadiennes (1997-2010)



La courbe supérieure du graphique représente, pour chaque période, le niveau du salaire minimum le plus élevé dans toutes provinces canadiennes (W_{\max}). De même, la courbe inférieure du graphique représente, pour chaque période, le salaire minimum le

plus bas dans toutes les provinces (W_{min}). Les points qui sont entre ou sur ces deux courbes représentent les ajustements des salaires minimaux des différentes provinces durant la période entre 1997 et 2010. Pour chaque province, ces points prennent une forme et une couleur différente. Regardons maintenant le point *A* sur le graphique. Ce point correspond à l'ajustement du salaire minimum par le gouvernement du Québec en février 2001. Au moment de la prise de décision par Québec, le salaire minimum le plus élevé au Canada était de l'ordre de 7,6\$ en Colombie Britannique, alors que celui le plus bas était de l'ordre de 5,5\$ dans la province de Terre-Neuve et Labrador. Québec a choisi alors un salaire minimum égal à 7 \$. De manière similaire, le point *B* correspond au choix de l'Alberta de son salaire minimum en avril 2008. À cette date, le salaire minimum le plus élevé et celui le plus bas au Canada étaient de 8,75\$ et 7,5\$ en Ontario et Ile-Prince-Edward respectivement, alors que l'Alberta a choisi de fixer son salaire minimum à 8,4\$.

Les points A et B ne sont pas uniques, 93% des points sur le graphique représentent des cas où une province choisit son salaire minimum dans l'intervalle compris entre W_{min} et W_{max} qui sont en vigueur dans les autres provinces. Les données démontrent aussi que le salaire minimum choisi par une province est très proche de celui des provinces adjacentes, ce qui est en concordance avec les graphiques 1 et 2 que nous avons extraits de Green et Harrison (2006). Dans ce sens, de 2001 à 2007, le salaire minimum le plus élevé est resté à un niveau constant de 8\$. Pourtant, après que la Colombie Britannique ait fixé son salaire minimum à 8\$ en 2001, quatre provinces (Québec, Ontario, Alberta et Manitoba) ont ajusté leurs salaires minimaux durant ces années et ont toutes choisi 8\$. Chaque province semble ne pas vouloir excéder le salaire minimum le plus élevé dans les provinces voisines. C'est la province de Saskatchewan qui a dépassé ce salaire minimum en 2007, mais juste de 0,25 \$ de plus (8,25\$). Une autre remarque importante qui découle du graphique est que l'intervalle séparant le salaire minimum le plus élevé de celui le plus faible s'est rétréci vers les dernières

années. En effet, au début du graphique la, différence entre W_{max} et W_{min} était de 2 \$ en moyenne entre 1997 et 2001. Vers la fin du graphique, cette différence a baissé pour être de l'ordre de 1.4\$ (1\$ en 2007 et 2008).

Il est clair que les provinces tendent généralement vers le «Racing to The middle» telle que décrite par Green et Harrison (2006). Malgré cette évidence empirique, la littérature économique n'a pas développé de modèles théoriques qui traitent cette question importante. Ce sont Green et Harrison qui ont tenté d'aborder ce sujet en développant un modèle empirique basé sur les standards de justesse des électeurs. Ils prétendent que le choix d'un salaire minimum entre les choix des autres régions est expliqué par la volonté des politiciens de ne pas vouloir paraître injustes aux yeux des «standards de justesse des électeurs». Ces standards sont déterminés par les intérêts personnels des électeurs, mais aussi par leurs perceptions des valeurs de justesse (ou d'éthique) en prenant comme référence les standards de justesse des autres citoyens ou voisins. Ainsi, un salaire minimum est jugé juste par les électeurs s'il est comparable ou dans la même catégorie que le salaire minimum dans les régions à côté. Par conséquent, les politiciens s'alignent sur ces standards et tendent vers le choix d'un salaire minimum entre les choix des régions voisines pour ne pas paraître injustes aux yeux des électeurs. De plus, dans certains cas, les préférences partisans des politiciens les amènent à choisir un salaire minimum plus vers le haut ou vers le bas.

Bien que nous ne négligions pas l'impact des préférences des politiciens et de leurs orientations partisans sur les mesures politiques telles que le salaire minimum et la taxation, nous ne sommes pas totalement convaincus par les arguments de Green et Harrison. Nous pensons que le fait d'expliquer le choix de salaire minimum simplement par les standards de justesse ne tient pas compte de la totalité de la théorie économique. En effet, la dynamique du marché de travail, la mobilité du capital, et les objectifs de

redistribution du gouvernement constituent des facteurs déterminants dans les décisions et mesures politiques et économiques de tout gouvernement.

À l'instar de ce qui précède, nous nous donnons comme objectif de développer un modèle basé sur la mobilité des firmes qui servira de cadre théorique permettant au gouvernement de déterminer le choix de salaire minimum optimal en contexte de concurrence régionale. Autrement dit, un modèle qui détermine, pour une région, le salaire minimum optimal étant donné l'interaction avec d'autres régions suscitée par la mobilité du capital (firmes).

La section suivante sera consacrée à la revue de littérature sur le sujet. Dans la section 3, nous présentons notre modèle théorique. La section 4 sera consacrée à la résolution de ce modèle. Dans la section 5, nous faisons la dérivation et nous analysons les résultats. Nous terminons ce travail avec une conclusion.

1.2 Revue de la littérature

Le choix de salaire minimum optimal en contexte de concurrence régionale n'a pas fait l'objet de travaux de recherche en économie. Par contre, les deux sujets, le salaire minimum et la concurrence régionale, ont séparément suscité de nombreuses recherches. Par conséquent, notre revue de littérature sera scindée en deux parties, la première fera lumière sur les travaux faits sur le salaire minimum alors que la deuxième sera consacrée à la concurrence régionale.

1.2.1 Salaire minimum dans la littérature

Nous distinguons deux types d'analyse dans les travaux sur le salaire minimum à savoir l'analyse positive et l'analyse normative. L'analyse positive s'intéresse à l'utilité

et l'impact du salaire minimum. Il s'agit notamment de vérifier si l'implantation du salaire minimum crée ou non du chômage et si elle augmente ou non le bien être des travailleurs à bas salaire. De son côté, l'analyse normative s'intéresse à déterminer le niveau optimal du salaire minimum.

A) Analyse positive

Un célèbre débat dans l'*American Economic Review* a opposé Card et Kruger à Neumark et Washer concernant l'impact du salaire minimum sur l'emploi dans le secteur Fast-food aux États-Unis. Dans ce sens, Card et Kruger (1994) ont publié des résultats selon lesquels l'augmentation en 1992 du salaire minimum à New Jersey n'a pas résulté en des pertes d'emplois dans l'industrie du Fast Food. Ces résultats ont été rejetés par Neumark et Washer (2000) qui ont mis en cause la base de données de Card et Kruger.

Quelques mois plus tard, en décembre 2000, Card et Kruger ont répliqué une autre fois. Ils ont refait leur étude avec une nouvelle base de données et ils ont confirmé leurs résultats de 1994. En effet, ils ont essayé de comparer l'évolution de l'emploi du secteur Fast-food dans les provinces de New Jersey et Pennsylvanie. L'évolution a été examinée avant et après le changement du salaire minimum en 1992 (à New Jersey). Leur étude a révélé que l'emploi du secteur fast-food de New Jersey a subi pratiquement la même évolution que celle de Pennsylvanie. Ainsi, il n'y a pas d'indice permettant de conclure que le salaire minimum a réduit l'emploi.

De leur côté, Neumark et al (1999) ont examiné les différentes manières selon lesquelles le marché de travail réagit suite à une augmentation du salaire minimum. Deux principaux résultats peuvent être retenus de cette étude. Premièrement, les employés à bas salaire (payés juste ou un peu plus que le salaire minimum) subissent un impact négatif de l'augmentation du salaire minimum. En effet, pour cette catégorie

d'employés, le salaire horaire augmente immédiatement, mais les heures travaillées et l'emploi diminuent après une courte période de réajustement. Le résultat net est que le revenu gagné pour ces employés diminue, ce qui représente *l'effet adverse* du salaire minimum. Deuxièmement, les employés à salaire élevé, qui sont généralement plus qualifiés, semblent profiter de l'augmentation du salaire minimum. Ainsi, la demande d'emploi pour cette catégorie augmente au détriment des employés moins qualifiés. Cela s'explique par un *effet de substitution* où les employeurs engagent plus de gens qualifiés (à des salaires plus élevés, mais avec productivités élevées aussi) et moins de gens peu qualifiés avec un rendement moins élevé.

Freeman (1996) a essayé de savoir si le salaire minimum pourrait accomplir les objectifs de redistribution. Tout en mettant l'accent sur les caractéristiques du marché de travail américain et anglais, l'auteur stipule que le salaire minimum est un moyen risqué mais potentiellement profitable en terme de redistribution. En effet, c'est un moyen risqué car un mauvais choix de salaire minimum pourrait amener à une réduction de la part de revenu des employés les moins payés et une augmentation du chômage dans leur catégorie. Cela pourrait subvenir si les firmes préféreraient engager les travailleurs de classe moyenne et à temps partiel plutôt que payer un salaire plus élevé pour les travailleurs de classe inférieure. Par contre, pour être un moyen de redistribution efficace, le choix du salaire minimum doit prendre en considération la situation du marché de travail et être cohérent avec les autres politiques d'emploi et de redistribution comme les avantages sociaux, les crédits d'impôt et les assurances maladies.

Guesnerie et Roberts (1984) stipulent que l'imposition du salaire minimum cause plus de chômage chez les personnes à revenu faible. De même, Allen (1987) affirme que le salaire minimum ne peut pas améliorer le bien-être social dans le contexte d'une économie avec taxation non linéaire du revenu. Par contre, Marceau et Boadway (1994) démontrent que, sous certaines conditions, le salaire minimum pourrait être une

meilleure politique d'amélioration du bien-être social en présence de taxation non linéaire. L'intuition derrière le modèle est que le salaire minimum sous les conditions prédéterminées va augmenter le revenu des travailleurs à faibles habiletés lorsque \hat{W} (le salaire minimum) est supérieur à W_1 (salaire d'un travailleur à faible habileté). Cela correspond aux objectifs de la redistribution.

B) Analyse normative

Certaines études ont essayé de chercher le niveau optimal du salaire minimum et si celui-là est différent de 0. Ces études n'aboutissent pas à un consensus sur la question. Dans les études précédentes, telles que Weiss (1980) et Stiglitz (1974), la valeur optimale du salaire minimum est de 0, ce qui laisse l'opportunité au marché pour s'équilibrer. En effet, pour ces études, la qualité du travail de chaque employé est reliée positivement au salaire offert par son employeur (salaire spécifique). Ainsi, chaque firme est incitée à payer un salaire supérieur à celui du «market-clearing» pour avoir plus de rendement et meilleure qualité. D'où un équilibre avec un salaire élevé et une qualité de travail meilleure est soutenable sans l'intervention de la législation. L'analyse ici ressemble à la notion de salaire d'efficiencia tel qu'introduit par Shapiro et Stiglitz (1984) pour expliquer une partie de chômage. L'hypothèse derrière le salaire d'efficiencia est que l'employeur, ne connaissant pas les efforts fournis par les employés, va leur offrir un peu plus qu'ils pourraient trouver ailleurs, ce qui va garantir un maximum d'effort. Ainsi, le salaire d'efficiencia joue le même rôle que le salaire spécifique et consistent tous les deux à offrir un salaire supérieur au marché pour avoir une qualité supérieure du travail.

Dans le cas de Drazen (1986) par contre, la qualité du travail dépend du salaire moyen du marché, et non du salaire spécifique de la firme (comme dans Weiss (1980) et Stiglitz (1974)). Ainsi, l'équilibre mentionné plus haut n'est pas soutenable. En effet, si

chaque firme est négligeable par rapport au marché, elle aura donc tendance à payer un salaire un peu moins élevé que celui optimal. Par cela, la firme essaye de profiter de la qualité supérieure du travail tout en payant un salaire inférieur. Les firmes finissent par payer un salaire inférieur. D'où la nécessité d'une législation de salaire minimum afin de conserver l'équilibre économiquement efficient. Ce salaire minimum doit être supérieur au salaire de market-clearing.

Une étude assez récente d'Arantza et Rubio-Ramirez (2004) cherchait à caractériser le niveau du salaire minimum optimal dans une économie compétitive. Ils ont développé un modèle d'équilibre général où il y a deux types de travailleurs, les qualifiés et les moins qualifiés, et où les firmes emploient ces deux types de travailleurs dans leur production. Ils parviennent au résultat qu'à l'équilibre le salaire minimum doit être égal à la productivité marginale d'un travailleur moins qualifié.

Sous un autre angle, Cox et Oaxaca (1982) essaient d'examiner le rôle joué par l'union des travailleurs et les associations d'employeurs dans la détermination du niveau du salaire minimum. Les auteurs développent un modèle théorique basé sur 2 types de firmes à savoir les firmes qui engagent des travailleurs non syndiqués avec de basses qualifications, et des firmes qui emploient des travailleurs syndiqués généralement plus qualifiés. Selon le modèle, le salaire minimum augmente les coûts des firmes de premier type, ce qui les oblige à augmenter le prix de leurs produits. Si les produits sont des substituts, alors il en résulte une substitution des produits des firmes de deuxième type (qualifiées) aux produits des firmes du premier type (moins qualifiées). Cela se traduit ensuite par une croissance de la demande de main d'œuvre chez ces firmes qualifiées. Ainsi, le salaire des travailleurs qualifiés se trouve augmenté, ce qui explique l'appui des employés syndiqués pour le salaire minimum. D'un autre côté, l'augmentation des salaires réduit le rendement du capital. Cela pousse les unions et associations de capitalistes à s'opposer à l'implantation du salaire minimum. Les auteurs

affirment enfin que le niveau du salaire minimum est déterminé sous l'influence des groupes de pression.

Dans la même direction, Sobel (1999) examine la relation entre le salaire minimum et les intérêts des unions de travailleurs et grandes corporations commerciales. L'auteur détermine au début les différents niveaux du salaire minimum qui correspondent aux objectifs présumés du salaire minimum tels que maximiser le revenu total des travailleurs au salaire minimum et assurer à une famille typique, dont les membres travaillent au salaire minimum, un revenu supérieur au seuil de pauvreté. Il compare ensuite ces valeurs à l'historique du salaire minimum appliqué par la loi. Ainsi, Sobel rejette fermement que le salaire minimum aux États-Unis est choisi selon la rationalité économique et les objectifs de base du salaire minimum. Au contraire, il conclut que le niveau du salaire minimum, la fréquence et le timing de son augmentation sont plutôt consistants avec les intérêts des groupes de pression.

Nous concluons des études précédentes qu'il n'y a pas de consensus sur la nécessité du salaire minimum, ni sur son impact. Certaines recherches attribuent la qualité du travail au salaire spécifique ou d'efficience, ce qui rend non nécessaire de fixer un salaire minimum, alors que d'autres militent en faveur du salaire minimum car cela préserve l'équilibre économiquement efficient. De même, des études confirment que le salaire minimum a un impact négatif sur l'emploi, alors que d'autres stipulent que le salaire minimum est un moyen efficace de redistribution.

1.2.2 La concurrence régionale dans la littérature

La littérature sur la concurrence entre régions a pris plus d'ampleur avec Teibout (1956). Ce dernier a démontré que la compétition régionale pour les ménages accroît le bien-être des citoyens. Ainsi, les travaux qui ont suivi le modèle de Teibout prônent

pour le démantèlement des frontières devant la mobilité de la main d'œuvre. Ensuite, la littérature a appliqué le modèle de Teibout sur la mobilité des firmes. Dans ce sens, Wilson (1999) rapporte que Fischel (1975) et White (1975) ont considéré un modèle où les firmes ont le choix de s'installer sur différentes régions qui leur fournissent différents services publics. À l'équilibre efficient, chaque firme se voit imposée une taxe égale au coût marginal des services publics qui lui sont fournis. Toutefois, Wildasin (1989) a remis en question l'efficacité de la compétition fiscale en introduisant l'externalité fiscale. En effet, si une région réduit ses taxes pour attirer plus de firmes, elle va augmenter sa base fiscale au détriment d'autres régions voisines. Ainsi, l'amélioration du bien-être des résidents d'une région ne se fait pas sans la détérioration du bien-être d'autres régions.

D'autres études ont examiné l'impact de la compétition fiscale sur les objectifs de la politique de redistribution d'une région. Dans ce sens, Boadway, Cuff, et Marceau (2002) démontre que si les régions se permettent de taxer les firmes mobiles, cela pourrait être une meilleure politique pour les fins de redistribution. Sans taxer ces firmes, les régions se retrouvent dans une compétition les obligeant à réajuster leurs politiques de redistribution jusqu'à ce qu'elles deviennent inefficaces.

Concernant les autres formes de compétition régionale, ce n'est que récemment qu'elles ont commencé susciter des travaux de recherche. En 1997, Keen et Marchand ont examiné la compétition entre les régions à travers les services publics fournis afin d'attirer les firmes. Ils ont abouti au cas où cette compétition est inefficace du moment où les autorités fournissent plus de services publics aux entreprises et moins de biens publics aux résidents. De même, Sinn (1997) démontre que la compétition entre gouvernements indépendants produit un choix sous optimal et inefficace des standards de qualité chez ces gouvernements.

À la lumière de cette revue de littérature, nous constatons que le salaire minimum de même que la concurrence régionale ont fait l'objet de plusieurs travaux de recherche. Malheureusement, la question du choix de salaire minimum optimal en contexte de compétition régionale n'a pas reçu l'attention de ces recherches en économie, à l'exception du papier de Green et Harrison (2006).

Nous passons à la conception de notre modèle dans la section suivante

1.3 Conception du modèle

La critique majeure que nous avons fait pour le papier de Green et Harrison (2006) est qu'ils attribuent le choix du salaire minimum totalement aux standards de justice sociale tels que perçus par les électeurs et les politiciens. Le fait d'ignorer d'importants aspects de l'économie en l'occurrence la dynamique du marché de travail, la mobilité du capital, et les objectifs de redistribution du gouvernement constitue de grandes lacunes dans ce modèle.

Nous tenons compte ainsi de ces lacunes et nous concevons un modèle qui intègre les différents acteurs économiques et leurs interactions afin de dégager le mécanisme susceptible de guider le gouvernement dans son choix du salaire minimum en contexte de compétition régionale.

Par souci de simplicité, nous allons considérer une économie formée de trois régions indépendantes, dénotées A, B et C. Ces régions peuvent être des provinces d'une fédération ou des pays d'une union économique. Chaque région a trois agents économiques principaux à savoir les ménages, les firmes et le gouvernement. Nous supposons que ces agents disposent d'une unité de temps pour laquelle ils vont

optimiser leurs choix. Par la suite, nous décrivons ces trois acteurs économiques ainsi que le timing de notre modèle.

1.3.1 Les ménage

Les ménages forment la force du travail dans chaque région. Nous supposons qu'il y a deux types de travailleurs à savoir les qualifiés et les non qualifiés.

Notons L_H^i la force de travail qualifiée dans la région i et L_L^i la force de travail non qualifiée, avec $i = A, B, C$. Nous considérons deux types de travailleurs afin d'approcher la réalité, mais aussi pour permettre la substitution entre main d'œuvre qualifiée et non qualifiée. Nous pensons que cela offre plus d'options aux firmes quant au choix du niveau optimal de travailleurs.

Dans notre modèle, la force du travail qualifiée aussi bien que non qualifiée est exogène. De plus, l'individu a une unité de temps durant laquelle il est soit au chômage soit à l'emploi. S'il est à l'emploi, un travailleur qualifié dans la région j peut gagner un salaire W_H^i . Un travailleur non qualifié peut gagner un salaire W_L^i qui est égal au salaire minimum en vigueur dans la région W_{min}^i . Ainsi, le salaire minimum est contraignant seulement pour les travailleurs non qualifiés. Il est à noter qu'en l'absence de salaire minimum et sans chômage, le salaire des non qualifiés est déterminé selon l'offre et la demande (Market clearing). S'il est au chômage, un employé gagne un revenu b (exogène) comme assurance chômage. Nous précisons que le chômage chez les travailleurs non qualifiés découle strictement du salaire minimum en vigueur dans la région. Par contre, pour les travailleurs qualifiés, le chômage est frictionnel.

Chaque individu i a une fonction d'utilité de la forme suivante :

$U(c_i) = c_i$ où c_i représente sa consommation.

Les contraintes budgétaires pour les employés de la région i sont comme suit:

- Qualifié: $C_H^i = (1 - \tau)W_H^i$
- Non qualifié: $C_L^i = (1 - \tau)W_{min}^i$
- Au chômage: $C_U^i = b$

Où τ est la taxe proportionnelle.

Le choix d'une fonction d'utilité linéaire est utile car cela implique que le surplus du consommateur (l'employé dans notre cas) représente exactement la satisfaction apportée par sa consommation. Ainsi, augmenter la satisfaction de l'employé revient à augmenter sa consommation, et par conséquent son salaire. L'utilité est mesurée en termes monétaires, en cohérence avec les variables de choix de notre modèle (salaire minimum). Un autre avantage de la fonction d'utilité linéaire est qu'elle facilite la solution analytique du modèle ce qui permet de voir facilement le mécanisme principal de notre projet (impact de mobilité des firmes sur le choix de salaire minimum). Notons toutefois que la fonction d'utilité linéaire est limitative. Essentiellement, elle est une mauvaise représentation des préférences des individus averses au risque en plus, l'élasticité de substitution est toujours constante.

1.3.2 Les firmes

Nous faisons l'hypothèse habituelle suivant laquelle les firmes cherchent à maximiser leurs profits. Aussi, nous supposons une *parfaite mobilité* des firmes entre les trois régions. Elles peuvent s'installer donc, dans la région où elles peuvent faire plus de profits.

Il existe N firmes au total et elles vont se localiser entre les régions A, B et C selon la maximisation des profits. Nous supposons que toutes les firmes opèrent dans un seul

secteur d'activité et produisent un output Y et en utilisant le travail comme input. La fonction de production est la suivante:

$$Y = f(e_H^i, e_L^i) \\ = e_H^{i\alpha} \cdot e_L^{i\beta}$$

où e_H^i et e_L^i sont respectivement le nombre de travailleurs qualifiés et non qualifiés par firme. Puisque chaque employé travaille une unité de temps, le nombre de travailler peut être interprété aussi comme étant le nombre d'heures travaillées dans la firme. Ainsi, si nous normalisons l'unité de temps dans notre modèle à une heure de travail, alors le salaire minimum du modèle correspond au salaire minimum horaire dans les données.

Nous mentionnons que les profits des firmes ne sont pas redistribués dans notre modèle, mais sont plutôt traités comme épargne pour financer l'investissement à la période suivante. En effet, nous supposons que les profits sont réalisés en fin de période et que ces profits seront réinvestis pour créer de nouvelles firmes à la période suivante. Ainsi, à la période actuelle t , le nombre de firmes $N(t)$ est égal au nombre de firmes de la période précédente $N(t-1)$ plus les nouvelles firmes créées au début de la période t au moyen d'investissement des profits réalisés en fin de période $t-1$. Cependant, étant donné que le nombre total de firmes est connu au début de période et puisque nous considérons un modèle statique pour une période, nous laissons tomber l'indice temps du nombre de firmes N .

1.3.3 Gouvernement

Le gouvernement de chaque région assume le rôle du bienveillant de la société. Il optimise ses choix politiques et économique, notamment l'ajustement du salaire

minimum (dénnoté MW ci-après) de la région, afin de maximiser le bien-être des citoyens. Ainsi, en plus du choix du salaire minimum, le gouvernement accomplit aussi un rôle de redistribution en collectant des taxes des employés en travail et les acheminant sous forme d'assurance chômage vers les chômeurs.

Nous supposons que le gouvernement a une fonction d'objectif utilitaire. De ce fait l'objectif du gouvernement est de maximiser le revenu de tous les travailleurs qualifiés et non qualifiés. Cette maximisation est assujettie à certaines contraintes. Nous présentons ces contraintes lors de la formulation de la fonction objective du gouvernement plus tard dans le modèle.

1.3.4 Timing du modèle

Il est important de préciser le timing du modèle pour mieux comprendre la suite des événements et la logique que nous adopterons afin de résoudre la problématique du choix du salaire minimum optimal. Les événements se poursuivent dans l'ordre suivant:

1. Les régions A et B ont fixé leurs MW W_{min}^A et W_{min}^B en avance. Par la suite, le gouvernement de la région C détermine son MW W_{min}^C étant donné W_{min}^A et W_{min}^B et en anticipant les réactions du marché de travail.
2. Les firmes font leur choix de localisation selon les politiques de salaire minimum en vigueur dans les différentes régions. Les firmes décident aussi du nombre des vacances à poster.
3. Les travailleurs appliquent pour les offres postées par les firmes.

Selon ce timing du modèle, notre problématique pourrait être représentée par les trois étapes suivantes:

. ***Étape 1: choix du salaire minimum***

Au niveau de cette étape, le gouvernement de chaque région choisit son MW en prenant en considération les salaires minimaux en vigueur dans les régions voisines. Il est important de signaler qu'à cette étape, le gouvernement anticipe l'impact de sa décision sur le choix de localisation des firmes ainsi que sur l'équilibre de son marché de travail local. À la fin de cette étape, deux variables importantes seront déterminées à savoir, le salaire minimum W_{min}^C et la force de travail $L^C(W_{min}^C)$ dans la région C. Ces deux variables, en plus des salaires minimaux fixés par les régions voisines (W_{min}^A , W_{min}^B), sont suffisants pour résoudre les deux prochaines étapes.

. ***Étape 2: équilibre de localisation***

Durant cette étape, les firmes ont toutes les informations sur le salaire minimum MW et la force de travail de chaque région. Autrement dit, $(L^C, W_{min}^C; L^A, W_{min}^A; L^B, W_{min}^B)$ sont connus, et les firmes pourraient anticiper le profit potentiel dans les différentes régions. Cependant, ce profit reste dépendant du nombre de firmes installées dans chaque région. Ainsi, l'équilibre de localisation sera atteint lorsque les N firmes s'allouent entre les différentes régions de façon que le profit net par firme est partout le même.

. ***Étape 3: équilibre du marché de travail***

A ce stade, les politiques des gouvernements ($W_{min}^C; W_{min}^A; W_{min}^B$) et les choix de localisations des firmes (N^C, N^A, N^B) sont donnés pour le marché de travail de chaque région. Ainsi, les firmes postent des vacances pour les travailleurs qualifiés et ces derniers appliquent pour ces postes. L'équilibre du marché de travail détermine le taux de salaire W_H pour les travailleurs qualifiés, un niveau de profit par firme π , et une probabilité de trouver un emploi ρ^C pour un chômeur cherchant du travail.

Ayant défini ces différentes étapes de la problématique, nous passons à la résolution du modèle dans la section suivante.

1.4 Résolution du modèle

Nous avons mentionné que, lors de son choix du salaire minimum optimal, le gouvernement de chaque région anticipe l'impact de sa décision sur l'équilibre de son marché de travail. Il est ainsi impératif de résoudre le modèle de manière récursive. L'idée est d'intégrer la dynamique et les contraintes des firmes et du marché de travail dans la fonction d'objectif du gouvernement. Nous commençons alors par la dernière étape.

1.4.1 Étape 3: Équilibre du marché de travail

Le nombre de travailleurs L^C et le nombre de firmes N^C sont déterminés suite à la politique du gouvernement en matière de salaire minimum. Ainsi, L^C et N^C sont des inputs pour le marché de travail, qui va générer le niveau d'emploi, le taux de chômage et le taux de salaire. Pour déterminer l'équilibre du marché de travail, nous avons besoin de faire deux hypothèses importantes. Premièrement, nous supposons que l'offre

du travail des non qualifiés est inélastique. Ainsi, les firmes peuvent embaucher autant de travailleurs non qualifiés qu'elles ont besoin, en leur payant le salaire minimum W_{min}^C . Deuxièmement, pour les travailleurs qualifiés, nous adoptons une version modifiée du modèle de Johnson and Layard (1986) tel que utilisé par Boadway et al. (2002). Dans ce modèle, les firmes font la compétition pour les travailleurs en offrant un taux de salaire et en postant un nombre de postes. Notons que le nombre des vacances remplies dans chaque firme est fonction de deux facteurs essentiels. Le premier facteur est l'importance du salaire offerte par la firme relativement au salaire du marché. Le second facteur est la fonction d'appariement qui dépend du ratio vacances/chômage. Selon ce modèle, à l'équilibre toutes les firmes offrent le même taux de salaire et postent le même nombre de vacances.

Puisque le nombre de travailleurs et le nombre de firmes sont déterminés à ce niveau, nous concentrons notre analyse sur l'état stationnaire où la compétition des firmes pour les travailleurs amène à un équilibre.

Commençons par l'analyse au niveau de la firme. La main d'œuvre non qualifiée est disponible et ne représente pas de contrainte pour la firme. Ainsi, cette dernière optimise son choix par rapport aux travailleurs qualifiés. Supposons que chaque firme offre v vacances et un taux de salaire relatif r . Ainsi, le salaire offert par la firme est rw , où w est le salaire du marché pour les travailleurs qualifiés. Supposons aussi que la proportion des vacances remplies est déterminée selon une fonction d'appariement $m(\theta^c)$ où θ^c représente le ratio des vacances par rapport au chômage total dans le marché régional des travailleurs qualifiés. Nous avons alors $\theta^c = \frac{V}{U}$, avec $V = N^C \cdot v$, $m'(\theta^c) < 0$.

Désignons e_H^C le nombre total des travailleurs qualifiés engagés par la firme. Notons aussi S la proportion des travailleurs qui quittent la firme. Nous avons à l'équilibre que les nouvelles vacances remplies égalisent le nombre de séparations pour chaque firme:

$$r.m(\theta^c).v = S.e_H^C \quad (A)$$

Notons W_H^C le taux de salaire d'un travailleur qualifié et W_{min}^C le taux de salaire d'un non qualifié. Supposons que chaque vacance créée et chaque poste occupé coûte κ pour la firme. Ainsi, le problème de chaque firme de la région C peut être représenté comme suit:

$$\text{Max}_{r, e_H^C, e_L^C} \pi^C = f(e_H^C, e_L^C) - W_{min}^C e_L^C - r W_H^C e_H^C - \kappa \left(e_H^C + \frac{S e_H^C}{r m(\theta^c)} \right)$$

avec v le nombre de vacances créées par la firme; $v = \frac{S e_H^C}{r m(\theta^c)}$ en utilisant l'équation (A). Ainsi, le dernier terme de la fonction de maximisation représente le coût total des postes, occupés et non occupés, dans la firme. Ayant la fonction de production $f(e_H^C, e_L^C) = e_H^{C\alpha} . e_L^{C\beta}$, le problème de maximisation de la firme devient:

$$\text{Max}_{r, e_H^C, e_L^C} \pi^C = e_H^{C\alpha} . e_L^{C\beta} - W_{min}^C e_L^C - r W_H^C e_H^C - \kappa \left(e_H^C + \frac{S e_H^C}{r m(\theta^c)} \right)$$

Les conditions de premier ordre relativement à r, e_H^C et e_L^C sont:

$$(r) \quad - W_H^C e_H^C + \frac{\kappa S e_H^C}{r^2 m(\theta^c)} = 0 \quad (1)$$

$$(e_L^C) \quad f_2(e_H^C, e_L^C) = \beta e_L^{C\beta-1} . e_H^{C\alpha} = W_{min}^C ; \quad (2)$$

$$(e_H^C) \quad f_1(e_H^C, e_L^C) = \alpha e_H^{C\alpha-1} \cdot e_L^{C\beta} = r W_H^C + \frac{\kappa S}{rm(\theta^c)} + \kappa; \quad (3)$$

Puisque toutes les firmes sont identiques à l'équilibre, alors $r = 1$. Ainsi, nous pouvons simplifier l'équation (1) comme suit:

$$(r) \quad -W_H^C + \frac{\kappa S}{m(\theta^c)} = 0$$

$$\leftrightarrow \quad W_H^C = \frac{\kappa S}{m(\theta^c)} = W_H^C(\theta^c) \quad (4)$$

L'équation (4) indique que le salaire des travailleurs qualifiés est essentiellement fonction de la tension du marché des travailleurs qualifiés θ^c . Remarquons que $\frac{\partial W_H^C(\theta^c)}{\partial \theta^c} > 0$, ce qui signifie que plus le ratio des vacances par rapport au chômage est élevé, plus il est difficile pour les firmes de trouver un employé qualifié, et donc elles sont obligées d'augmenter le salaire W_H^C .

L'équation (2) est régulière. Elle indique que le niveau optimal de travailleurs non qualifiés est obtenu lorsque la productivité marginale du travailleur non qualifié est égale à sa rémunération: le salaire minimum.

$$f_{e_L^C}(e_H^C, e_L^C) = W_{min}^C$$

Finalement, la troisième condition de premier ordre peut être résolue en utilisant les équations (2) et (4) et en supposant¹ que $m(\theta^c) = \frac{A}{\theta^c}$

¹ $m(\theta^c)$ est compris entre 0 et 1. Le paramètre A assure que $\frac{A}{\theta^c}$ à l'équilibre est entre 0 et 1. Le choix de cette forme pour $m(\theta^c)$ simplifie la solution analytique sans perdre de

$$\begin{aligned} \alpha e_H^{\zeta\alpha-1} \cdot e_L^{\zeta\beta} &= \frac{\kappa S}{m(\theta^c)} + \frac{\kappa S}{m(\theta^c)} + \kappa; \\ &= \frac{2 \cdot \kappa S}{m(\theta^c)} + \kappa \end{aligned}$$

Nous obtenons ainsi les résultats suivants:

$$e_L^c = e_L^c(\theta^c, W_{min}^c) \quad (5)$$

$$e_H^c = e_H^c(\theta^c, W_{min}^c) \quad (6)$$

Les équations (5) et (6) indiquent que les choix optimaux de nombres de travailleurs qualifiés et non qualifiés dépendent de deux facteurs essentiels. Premièrement, les conditions d'offre et demande caractérisant le marché régional de travail qualifié, telles que capturées par la tension du marché θ . Deuxièmement, le taux de salaire minimum W_{min}^c . Ce deuxième facteur est très important pour les firmes pour décider du degré de substitution des deux types de travailleurs. Les résultats (4), (5) et (6) sont par la suite exploités pour réécrire le profit par firme en fonction de θ et le salaire minimum W_{min}^c comme suit:

$$\pi^c = \pi^c(\theta^c, W_{min}^c) \quad (7)$$

Au niveau du marché d'emploi régional, deux équations de base peuvent être écrites à l'équilibre. Premièrement, l'emploi total des travailleurs qualifiés E_H doit être égal au nombre de travailleurs qu'emploie chaque firme multiplié par le nombre de firmes dans la région N^c . Deuxièmement, le nombre total de séparations doit être égal au nombre de nouveaux travailleurs engagés. Nous présentons ces deux équations par la suite.

généralité. Une forme plus sophistiquée ne fait que compliquer le calcul sans changer la logique du modèle.

$$E_H^C = N^C \cdot e_H^C(\theta^c, W_{min}^C) \quad (8)$$

$$S.E_H^C = m(\theta^c) \cdot N^C \cdot v \quad (9)$$

Nous pouvons manipuler ces deux équations pour obtenir la tension du marché d'emploi comme fonction du nombre de firmes et du salaire minimum W_{min}^C .

Ayant $\theta^c = \frac{V}{U}$, où $V = N^C \cdot v$, l'équation (9) sera:

$$S.E_H^C = m(\theta^c) \cdot N^C \cdot v = m(\theta^c) \cdot \theta^c \cdot U \quad (10)$$

Notons que le nombre de chômeurs qualifiés U est égal à la différence entre le nombre total de travailleurs qualifiés et le nombre des travailleurs engagés.

$$U = L_H^C - E_H^C,$$

Substituons le résultat précédent dans l'équation (10), nous pouvons avoir:

$$S.E_H^C = m(\theta^c) \cdot \theta^c \cdot (L_H^C - E_H^C) \quad (11)$$

De même, l'équation (8) peut être utilisée pour résoudre l'équation (11) comme suit:

$$S.E_H^C = S \cdot N^C \cdot e_H^C(\theta^c, W_{min}^C) = m(\theta^c) \cdot \theta^c \cdot (L_H^C - E_H^C)$$

Étant donné $m(\theta^c) = \frac{A}{\theta^c}$, nous avons:

$$S \cdot N^C \cdot e_H^C(\theta^c, W_{min}^C) = A \cdot (L_H^C - N^C \cdot e_H^C(\theta^c, W_{min}^C))$$

$$e_H^C(\theta^c, W_{min}^C) = \frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S + A)}$$

Le côté gauche de la dernière équation dépend des deux inconnus θ^c et W_{min}^C . Nous pouvons isoler θ^c et renvoyer tous termes, y compris W_{min}^C , au côté droite. Cela nous permet d'avoir θ^c en fonction de deux inconnus N^C et W_{min}^C (voir annexe 1).

$$\theta^c = \theta^c (N^C, W_{min}^C) \quad (12)$$

Ce résultat stipule que le gouvernement doit anticiper que la tension du marché d'emploi de la région va dépendre du nombre de firmes qui choisissent de s'installer dans la région (N^C) et le niveau du salaire minimum qu'il choisit lui-même. Par la suite, l'équation (12) est exploitée pour réécrire les variables e_L^C, e_H^C, E_H, W_H^C , et π^C comme fonctions du nombre de firmes N^C et le salaire minimum W_{min}^C (voir annexe 1).

- $e_L^C = e_L^C (N^C, W_{min}^C) \quad (13)$

- $e_H^C = e_H^C (N^C, W_{min}^C) \quad (14)$

- $W_H^C = W_H^C (N^C, W_{min}^C) \quad (15)$

- $\pi^C = \pi^C (N^C, W_{min}^C) \quad (16)$

Nous constatons que le profit par firme est décroissant en W_{min}^C ($\frac{\partial \pi^C (N^C, W_{min}^C)}{\partial W_{min}^C} \leq 0$).

Ainsi, nous pouvons penser que, pour inciter les firmes à s'installer dans la région, le gouvernement pourrait baisser son MW W_{min}^C . De même, il est facile de voir que $\frac{\partial \pi^C (N^C, W_{min}^C)}{\partial N^C} \leq 0$, ce qui veut dire que le profit par firme décroît quand le nombre de firmes de la région augmente.

Ce qu'il faut retenir de l'étape 3, c'est que le choix de chaque firme et celui du marché d'emploi local sont conditionnelles aux deux facteurs soit le salaire minimum fixé et le nombre de firmes qui s'installent dans la région. Ce dernier facteur est déterminé dans l'étape suivante.

1.4.2 Étape 2: Équilibre de localisation

Dans l'étape 1, l'équation (7) indique que le profit de chaque firme dépend du salaire minimum en vigueur et du nombre de firmes qui sont dans la région. Étant donné qu'à l'étape 2, W_{min}^C, W_{min}^A et W_{min}^B sont connus, alors chaque firme choisit de s'installer dans la région qui lui procure plus de profit. À l'équilibre, les entrepreneurs vont s'allouer entre les régions de façon que les profits par firme sont les mêmes dans chaque région. Cela nous permet d'écrire l'égalité suivante:

$$\pi^C (N^C, W_{min}^C) = \pi^A (N^A, W_{min}^A) = \pi^B (N^B, W_{min}^B) \quad (B)$$

Ce résultat est très utile car il permet au gouvernement d'anticiper le nombre de firmes N^C qui vont s'installer dans sa région étant donné les salaires minimaux W_{min}^C, W_{min}^A et W_{min}^B fixés par les différentes régions. Pour avoir l'expression de N^C , nous devons tout d'abord écrire les profits par firme pour les régions A et B comme suit (par analogie à $\pi^C (N^C, W_{min}^C)$):

$$\begin{aligned} \pi^A &= \pi^A (N^A, W_{min}^A) \text{ et} \\ \pi^B &= \pi^B (N^B, W_{min}^B) \end{aligned}$$

Si nous faisons l'hypothèse que la technologie est la même dans toutes les régions, ce qui est raisonnable étant donné la mobilité parfaite des firmes, l'égalité (B) de l'équilibre de localisation nous permet d'avoir l'expression suivante pour N^C :

$$N^C = N^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B) \quad (17)$$

En utilisant le fait que $N = N^C + N^A + N^B$. Bien entendu, N est fixe dans notre modèle. Il est tout à fait raisonnable de supposer que les ressources sont limitées pour une seule période. L'entrée de nouvelles firmes serait intéressante en cas de modèle à

répétition ou dynamique. Dans notre modèle statique, le fait que N est fixe n'a pas vraiment d'impact sur la mobilité des firmes qui représente notre mécanisme principale d'interdépendance entre les régions. L'équation (17) stipule que le nombre de firmes qui choisissent de s'installer dans la région C dépend seulement des différents salaires minimaux annoncés par les gouvernements des régions C, A et B, en plus d'autres paramètres qui sont exogènes. Cette équation est aussi très utile car elle permet de réécrire les équations (13), (14), (15) et (16) comme fonctions de W_{min}^C , W_{min}^A et W_{min}^B .

- $e_L^C = e_L^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$ (18)

- $e_H^C = e_H^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$ (19)

- $W_H^C = W_H^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$ (20)

- $\pi^C = \pi^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$ (21)

A la fin de la deuxième étape, toutes les expressions dépendent seulement d'une seule variable à savoir W_{min}^C (puisque W_{min}^A et W_{min}^B sont connus pour la région C au moment de la prise de décision). Les choix des firmes concernant le nombre d'employés à engager ainsi que la meilleure région pour s'implanter sont basés sur le salaire minimum W_{min}^C . Connaissant parfaitement cette situation, le gouvernement de la région C anticipe que le comportement des firmes et la dynamique du marché d'emploi seront conditionnelles à sa politique de salaire minimum. Une anticipation que le gouvernement va intégrer à son processus de décision pour manipuler les choix des firmes, et par conséquent le marché de travail, de la meilleure afin d'atteindre ses objectifs (sa fonction objective). Le choix du gouvernement fera l'objet de l'étape 1 suivante.

1.4.3 Étape 1: choix du salaire minimum

Nous avons supposé une fonction d'objectif utilitaire pour le gouvernement de chaque région. De ce fait, le gouvernement maximise le revenu de tous les citoyens (employés ou en chômage). Le revenu des travailleurs à l'emploi est égal au nombre total des travailleurs de chaque catégorie (qualifié et non qualifié) multiplié par le salaire correspondant net d'impôt. Le revenu des travailleurs des deux catégories qui sont en chômage est égal au nombre total des chômeurs multiplié par la prime du chômage b . Désignons par E_L le nombre total des travailleurs non qualifiés, qui est le produit du nombre de travailleurs non qualifiés dans chaque firme avec le nombre total des firmes dans la région.

$$E_L^C = N^C \cdot e_L^C$$

De même, E_H^C représente le nombre total des travailleurs qualifiés. E_H^C est le produit du nombre de travailleurs qualifiés dans chaque firme avec le nombre total des firmes dans la région. Puisque nous avons normalisé le temps de travail à une unité, alors E_L^C et E_H^C peuvent être interprétés soit comme étant le nombre total de travailleurs non qualifiés et qualifiés respectivement occupant un emploi dans la région, soit comme étant le nombre d'heures total de travail non qualifié et qualifié dans la région (étant donné que chaque individu travaille une unité de temps).

Si nous désignons par L^C le nombre total des travailleurs (qualifiés et non qualifiés), et par L_u^C le nombre total de chômeurs, alors L_u^C sera égal à la différence entre L^C et le nombre total des travailleurs à l'emploi.

$$L_u^C = L^C - E_L^C - E_H^C$$

Ainsi, le revenu total de tous les citoyens de la région est :

$$\underbrace{(1-\tau) \{W_{min}^C E_L^C + W_H^C E_H^C\}}_{\text{Revenu net des travailleurs à l'emploi}} + \underbrace{b(L^C - E_L^C - E_H^C)}_{L_u^C}$$

Ce revenu que le gouvernement cherche à maximiser dépend de plusieurs variables en plus de quelques paramètres exogènes dans notre modèle (τ et b). Cependant, ces variables notamment, e_L^C , e_H^C , N^C , et W_H^C dépendent seulement de $(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$ selon les équations (17), (18), (19) et (20) de l'étape 2. Cela veut dire que le revenu de tous les citoyens dépend lui aussi seulement de $(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$. Étant donné que W_{min}^A et W_{min}^B sont connus pour le gouvernement de la région C lors de son ajustement de son salaire minimum, alors la seule variable à optimiser pour ce gouvernement est W_{min}^C , soit le salaire minimum à choisir dans la région.

Ceci nous permet de formuler le problème du gouvernement comme suit :

$$\text{Max}_{W_{min}^C} U(L_L^C, L_H^C) = (1-\tau) \{W_{min}^C E_L^C + W_H^C E_H^C\} + b(L^C - E_L^C - E_H^C)$$

Sujet à :

1. $W_H^C \geq W_{min}^C$
2. $(1-\tau) W_{min}^C \geq b$

Ce problème de maximisation est sujet à deux contraintes. La première contrainte garantie que le salaire d'un travailleur qualifié net d'impôt soit supérieur au salaire minimum. Ceci est important pour récompenser les qualifications. Ainsi, les travailleurs ne seront incités à investir dans les formations et acquisitions de meilleures qualifications que s'ils sont certains que cela leur permettra d'avoir un salaire plus élevé. La deuxième contrainte est une contrainte d'incitation au travail, puisque le salaire

minimum doit être supérieur à la prime d'assurance chômage b pour inciter les travailleurs non qualifiés à préférer le travail au chômage.

1.5 Dérivation et analyse des résultats

Afin de résoudre le problème d'optimisation du gouvernement, nous pouvons réécrire les deux contraintes comme suit :

$$W_{min}^C - W_H^C \leq 0; \text{ et}$$

$$\frac{b}{(1-\tau)} - W_{min}^C \leq 0$$

Puisque nous sommes en présence de contraintes sous forme d'inégalités, nous allons utiliser le théorème de Kuhn-Tucker². Ainsi, le Lagrangien relatif à notre problème peut être écrit de la façon suivante:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= [(1-\tau)W_{min}^C - b]E_L^C + (1-\tau)W_H^C E_H^C + bL^C - bE_H^C - \lambda_1(W_{min}^C - W_H^C) \\ &= U(L_L^C, L_H^C) - \lambda_1(W_{min}^C - W_H^C) \end{aligned}$$

Les conditions de Kuhn-Tucker sont:

- $\frac{\partial U(L_L^C)}{\partial W_{min}^C} - \lambda_1 \left(1 - \frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C}\right) = 0$
- $W_{min}^C - W_H^C \leq 0,$
- $\lambda_1 \geq 0,$ et

²La deuxième contrainte peut être ignorée pour fin de simplification, mais nous allons la vérifier à posteriori

- $\lambda_1 (W_{min}^C - W_H^C) = 0$

Deux cas sont possibles pour satisfaire à la dernière condition, soit $\lambda_1 = 0$, ou $W_{min}^C = W_H^C$. Nous étudions les deux cas.

- **Premier cas :** $W_{min}^C = W_H^C (W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$

Nous avons besoin de la résolution numérique pour résoudre cette équation³. Nous trouvons une valeur de 3,16 \$ pour W_{min}^C . Nous devons vérifier si cela satisfait à toutes les conditions. Avec cette valeur de W_{min}^C , nous aurons :

$$\frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C} = -0,46 \text{ et la première condition de Kuhn-Tucker devient :}$$

$$-15384 - \lambda_1 (1 - (-0,46)) = 0$$

Ce qui implique une valeur négative pour λ_1 , ce qui viole la condition de non négativité des multiplicateurs de Kuhn-Tucker. Certainement, $W_{min}^C = W_H^C$ ne peut pas être une solution valide.

Regardons maintenant le deuxième cas.

³ Pour la résolution numérique, nous avons choisi les valeurs suivant pour les paramètres du modèle : $W_{min}^A = 8\$$; $W_{min}^B = 9.5\$$, ces valeurs correspondent au salaire minimum le moins élevé (8\$ au Nouveau Brunswick) et celui le plus élevé (9.5\$ en Ontario) dans les provinces adjacentes au Québec en 2009. La valeur choisie pour b est de 4\$ (prime d'aide social aux chômeurs mensuelle moyenne au Québec est de 650\$, si nous comptons 40 heures par semaine, cela revient à une prime/heure de 4\$). Le taux de séparation S est exogène dans ce modèle et est fixé à 5% (dans certaines études, ce taux est calibré à 10% (Horenstein et al. 2005) avec données trimestrielles, et à 13% (Bertola et Rogerson 1997) pour des données annuelles, pour notre modèle nous avons normalisé le temps à une période, donc nous prenons 5% en considérant que notre fréquence est inférieure, de plus cela approche la proportion des emplois perdus en 2009 telle que rapportée par l'institut de la Statistiques du Québec, 2009). Notons que nous avons essayé $S=10\%$ et cela n'a pas vraiment changé le résultat. La fonction de production est constante à l'échelle ($\alpha=0,3$ et $\beta=0,7$), les valeurs choisies de α et β sont la moyenne des travaux empiriques (α de 1/4 à 1/3 et β de 2/3 à 3/4, Brown (1967), Stadelmann (2005)). Le paramètre A est fixé à 0.5 pour assurer une probabilité $m(\theta) < 1$. Finalement, la taxation est de l'ordre de 25% (moyenne au Canada, au Québec ce taux se situe entre 20 et 25%).

- *Deuxième cas* : $\lambda_1 = 0$

Dans ce cas, la première condition de Khun Tucker se simplifie à :

$$\frac{\partial U(L_L^C)}{\partial W_{min}^C} = 0$$

$$\frac{\partial U(L_L^C)}{\partial W_{min}^C}$$

$$= [1 - \tau] \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A \cdot L_H^C}{(S + A)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\beta}} [\varphi]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left\{ 1 \right.$$

$$+ \left[W_{min}^C - \frac{b}{(1-\tau)} \right] \frac{1}{W_{min}^C} \left[\frac{\alpha + \beta - 1}{\beta - 1} \left(-\frac{\beta}{\alpha} \right) \left(1 - \frac{\varphi}{N} \right) + \frac{1}{\beta - 1} \right]$$

$$\left. + 0,5 \frac{1}{N} \left(\frac{\alpha}{\beta - 1} - \left(\left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) \right) \right\}$$

$$\text{Avec } \varphi = N / \left(1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)$$

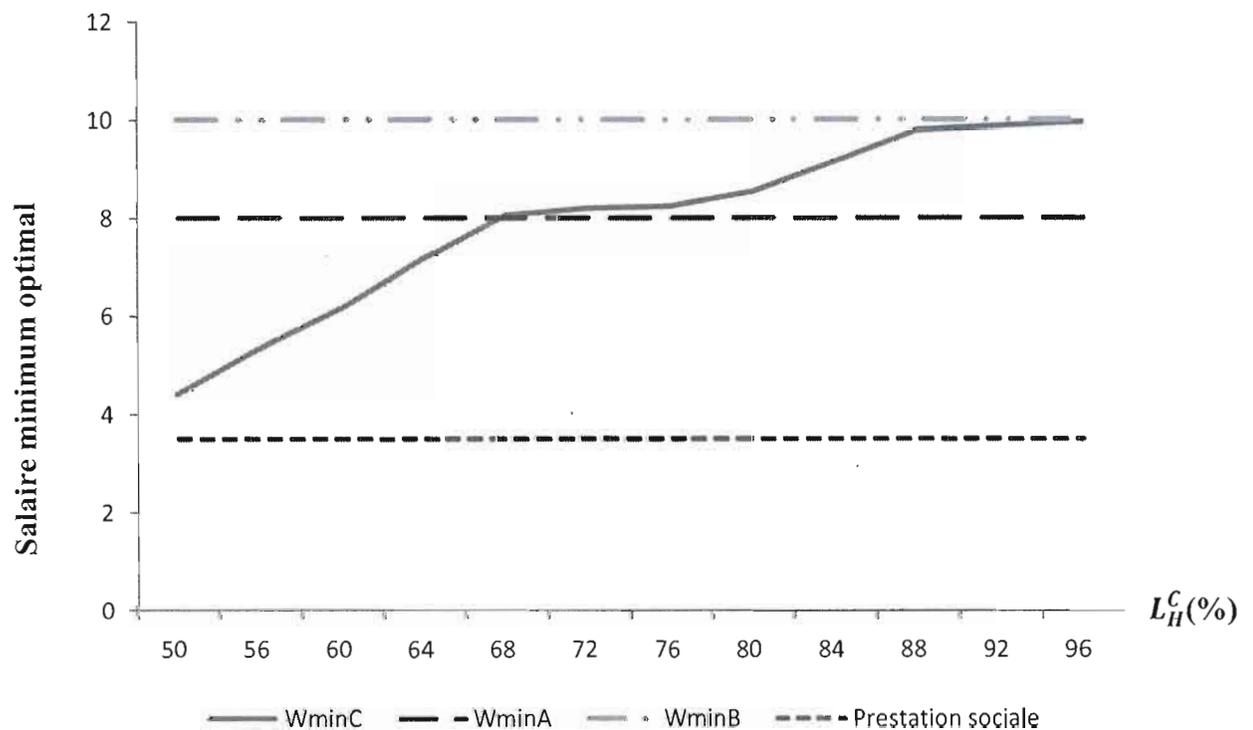
La résolution numérique nous donne une valeur de $W_{min}^C = 8,50$ \$. Notons que la deuxième contrainte du problème du gouvernement est vérifiée puisque $W_{min}^C \geq \frac{b}{(1-\tau)} (8,50 \geq 4,00 \text{ \$})$. Il en résulte que la seule solution valide pour le problème du gouvernement est $W_{min}^C = 8,50$ \$.

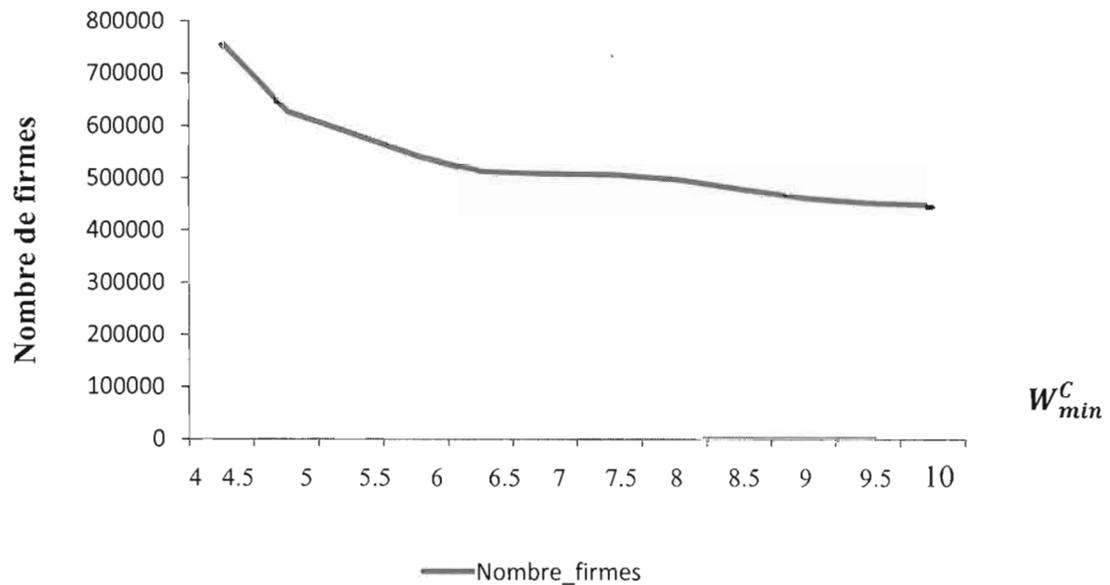
Racing To The Middle ?

Nous remarquons bien que, dans le cas étudié par notre modèle, le gouvernement de la région C choisit un salaire minimum qui se situe entre les salaires minimaux en vigueur dans les régions A et B ($8\$ \leq 8,50\$ \leq 9,5\$$). Ce cas particulier apporte donc un support à l'hypothèse de 'Racing to The Middle' qui veut dire choisir un salaire minimum entre les choix des autres régions concurrentes.

Cependant, un seul cas ne suffit pas pour confirmer le résultat de Green et Harrison (2006) selon lequel les gouvernements choisissent généralement un salaire minimum entre les choix des autres régions. Nous avons alors refait l'application plusieurs fois tout en variant les paramètres du modèle, notamment les parts de la main d'œuvre qualifiée et non qualifiée dans la région. Le graphique 4 illustre les résultats de ces applications.

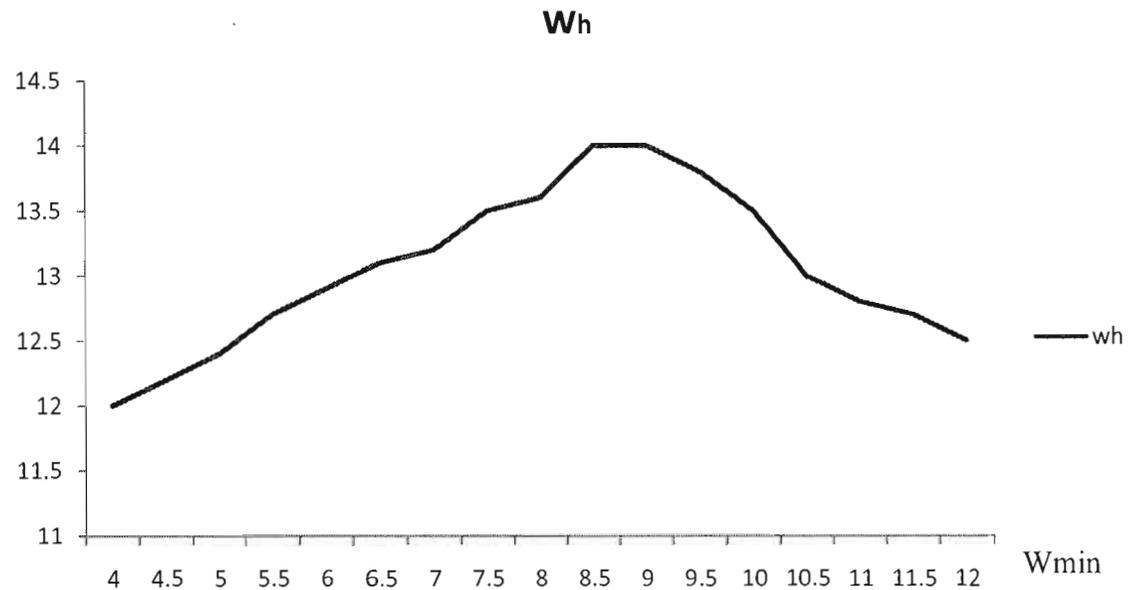
Graphique 4: Choix de salaire minimum en fonction de la part de main d'œuvre qualifiée



Graphique 5: nombre de firmes N^C en fonction du salaire minimum choisi

Selon le graphique 4, nous remarquons que plus $L_H^C > L_L^C$, et donc la région a plus de travailleurs qualifiés que non qualifiés, plus le gouvernement a intérêt à choisir un salaire minimum situé entre les choix des autres régions. Pour comprendre cette tendance, il faut voir l'effet de deux phénomènes opposés à savoir *l'effet de substitution* et *l'effet de localisation*. Pour le premier effet, rappelons-nous que le gouvernement veut maximiser le revenu de tous les travailleurs. Mais, puisqu'il y a plus de travailleurs qualifiés, il est nécessaire de manipuler le marché de travail régional afin de générer un salaire de main d'œuvre qualifiée W_H^C plus élevé. Cette manipulation se fait à travers le choix d'un salaire minimum le plus élevé possible du moment où cela permet d'une part d'augmenter le revenu des salariés non qualifiés et d'autre part, cela pousse les entreprises à *substituer* la main d'œuvre qualifiée à celle non qualifiée et donc le salaire de main d'œuvre qualifiée augmente.

En ce qui concerne l'effet de localisation, il faut saisir que la volonté du gouvernement d'augmenter le salaire minimum est limitée par la mobilité parfaite des entreprises. En fait, plus le salaire minimum d'une région, et par la suite le salaire de main d'œuvre qualifiée, augmente, plus les firmes ont tendance à quitter cette région pour se *localiser* dans la région qui impose un salaire minimum inférieur. Dans ce sens, le graphique 5 démontre que le nombre de firmes s'installant dans la région est décroissant en fonction du salaire minimum choisi par le gouvernement. La fuite des entreprises fait perdre les emplois qualifiés et non qualifiés pour la région, ce qui oblige le gouvernement à prendre en considération l'effet de localisation et à ne pas choisir un salaire minimum plus élevé que toutes les autres régions. Le graphique 6 ci-dessous illustre l'évolution du salaire des travailleurs qualifiés selon le salaire minimum choisi par le gouvernement de la région C. Ce graphique démontre bien l'effet de substitution ainsi que l'effet de localisation. En effet, au début le salaire des qualifiés augmente en réponse à toute augmentation du salaire minimum. Cela s'explique par la substitution du travail qualifié à celui non qualifié et résulte donc à une demande plus forte et un salaire plus élevé pour la main d'œuvre qualifiée. Après un certain seuil, toute augmentation du salaire minimum engendre une baisse du salaire des travailleurs qualifiés. C'est l'effet de localisation qui rentre en jeu cette fois-ci. En fait, les firmes commencent à quitter la région C pour s'installer dans la région A ou B espérant un coût de la main d'œuvre moins élevé. Cet effet de localisation est d'autant plus fort lorsque le gouvernement choisit un salaire minimum très élevé par rapport aux choix des régions voisines.



Graphique 6 : évolution du salaire des qualifiés en fonction du choix du salaire minimum

En résumé, nous remarquons que lorsque la région comporte plus de travailleurs qualifiés que non qualifiés, l'effet de substitution et l'effet de localisation amènent le gouvernement de la région à choisir un salaire minimum situé entre les salaires minimaux des autres régions.

De même, nous remarquons que de plus en plus la région a des travailleurs non qualifiés, le gouvernement a intérêt à choisir un salaire minimum inférieur aux choix des autres régions. C'est ce qu'on appelle «Racing to The Bottom». En effet, plus la part de main d'œuvre non qualifiée devient importante dans la région, plus le gouvernement a intérêt à augmenter autant que possible l'emploi chez ces travailleurs non qualifiés. Pour atteindre ce but, le gouvernement sera amené à baisser son salaire minimum pour attirer plus de firmes qui vont engager les travailleurs de la région. Cependant, cette baisse n'est pas sans contraintes. En fait, le gouvernement ne doit pas choisir un niveau de

salaire (net d'impôt) inférieur ou égale à la prime d'assurance chômage, faute de quoi les travailleurs préféreraient rester au chômage à l'occupation d'un emploi. Ainsi, le salaire minimum choisi doit être inférieur aux autres pour s'assurer d'attirer plus de firmes, mais aussi ne doit pas être très bas pour inciter les gens à travailler et leur garantir le maximum de revenus possible.

Une question importante est de savoir qui gagne de la hausse du salaire minimum ? En fait, l'augmentation du salaire minimum aura un double impact sur les travailleurs non qualifiés. Ceux qui ont un emploi vont voir leur revenu augmenter. Par contre, la probabilité de trouver un emploi diminue chez ces travailleurs non qualifiés. Cela s'explique par le fait que les firmes voudront substituer la main d'œuvre qualifiée à celle non qualifiée et à certain moment chercher à se relocaliser dans la région dont la main d'œuvre coûte moins cher. L'ampleur de cet impact dépend notamment du degré de substitution et du niveau des différents salaires minimaux dans les différentes régions. Néanmoins, nous pouvons dire que plus le gouvernement choisit un salaire minimum trop élevé, plus l'effet de substitution et de localisation seront forts. En ce qui concerne les travailleurs qualifiés, il semble qu'ils profitent de l'effet de substitution puisque et leur salaire et leur probabilité de trouver un emploi vont croître. Cependant, lorsque l'augmentation du salaire minimum dépasse une certaine limite, l'effet de localisation aura un impact négatif sur les travailleurs qualifiés. Le nombre de firmes dans la région baisse et par conséquent le salaire et les chances d'emploi baissent.

En résumé, nous pouvons déduire que notre modèle supporte le résultat de «Racing to The middle» de Green et Harrison (2006) lorsque la part de main d'œuvre qualifiée est trop importante par rapport à celle non qualifiée pour la région en question. Si par contre, la part de main d'œuvre non qualifiée devient de plus en plus importante, alors le gouvernement a intérêt à choisir plutôt un salaire minimum inférieur aux choix des autres régions.

Ceci-dit, il est important de noter que nous ne prétendons pas que notre modèle permet de reproduire la totalité des choix des salaires minimaux des provinces canadiennes telles qu'illustrés dans le graphique 3 de l'introduction. Il existe en fait quelques exceptions où les gouvernements décident de fixer un salaire minimum légèrement supérieur aux choix des régions voisines. C'est d'ailleurs le cas de 7 % des ajustements faits entre 1997 et 2010. Si nous regardons le point C du graphique 3 par exemple, nous nous constatons qu'en mars 2008, la province de l'Ontario a choisi un salaire minimum de l'ordre de 8,75\$ alors que le salaire minimum le plus bas était de 7,25\$ au Nouveau-Brunswick et le salaire minimum le plus élevé était de 8,25\$ à Saskatchewan. Ces exceptions pourraient être expliquées par différents facteurs tels que les orientations idéologiques des gouvernements en place et le niveau de vie des provinces. Par exemple, Green et Harrison (2006) affirment que les hauts salaires minimaux sont associés avec des gouvernements de gauche alors que les salaires minimaux les plus bas sont associés avec des gouvernements de droite. De même, ils confirment que les provinces atlantiques ont des fois des salaires minimaux plus bas probablement car elles sont les provinces les plus pauvres ayant les coûts de vie les plus bas.

Bien que croyons à l'importance des préférences des politiciens, les standards et les orientations des électeurs, nous pensons que leur impact sur les décisions économiques importantes, en l'occurrence le choix du salaire minimum en contexte de concurrence régionale, reste limité. Il est évident que les facteurs économiques, notamment la dynamique du marché d'emploi, la mobilité des firmes et la création de richesse forment le mécanisme essentiel guidant les régions dans leur choix de salaire minimum optimal. La marge de manœuvre, s'il existe, pour les gouvernements reste limité et pourrait expliquer les exceptions à la théorie économique que nous trouvons en réalité.

1.6 Conclusion

Nous avons développé tout au long de ce travail un modèle permettant de déterminer, pour une région, le choix de salaire minimum optimal lorsqu'elle est en concurrence avec d'autres régions voisines. Notre modèle est composé de trois régions. Chaque région est contrôlée par un gouvernement qui intervient sur le marché de travail à travers sa politique de salaire minimum. L'objectif de ce gouvernement est de maximiser une fonction d'objectif utilitaire pour le bien être des travailleurs qualifiés et non qualifiés de sa région. Nous avons supposé la mobilité parfaite des firmes entre les trois régions et nous avons scindé le modèle en trois étapes à savoir les choix optimaux de chaque firme et l'équilibre du marché de travail régional, l'équilibre de localisation, et le choix optimal du gouvernement. Nous avons résolu le modèle de manière récursive. Ainsi, nous avons manipulé les équations d'équilibre des deux premières étapes pour présenter au gouvernement dans la troisième étape une fonction à maximiser dont les variables dépendent seulement du salaire minimum à choisir.

Avec une fonction de production du type Cobb-Douglas, nous avons pu dériver toutes les étapes du modèle et déterminer le salaire minimum optimal correspondant. Par la suite, nous avons essayé de voir si notre modèle confirme les constatations de Green et Harrison (2006) selon lesquels le gouvernement choisit toujours un salaire minimum situé entre les salaires minimaux des régions voisines (Racing to The Middle). Pour cette fin, nous avons simulé le modèle plusieurs fois en variant les paramètres clés à savoir L_H^C et L_L^C . Cette expérience nous a permis de dégager deux résultats majeurs. Premièrement, nous avons constaté que plus la région a plus de travailleurs qualifiés que non qualifiés ($L_H^C > L_L^C$), plus le gouvernement attendance à choisir un salaire minimum situé entre les choix des autres régions. Ce qui supporte le résultat de Racing to The Middle de Green et Harrison (2006). Deuxièmement, nous avons remarqué que plus la région a plus de travailleurs non qualifiés que qualifiés ($L_H^C < L_L^C$), plus le gouvernement a

tendance à choisir un salaire minimum inférieur aux choix des autres régions (Racing to The Bottom).

Nos résultats sont très importants car ils permettent d'expliquer l'évidence empirique du «Racing to the middle» d'une manière différente de celle de Green et Harrison (2006). Ces derniers avancent que le choix du salaire minimum est guidé par les standards de justesse des citoyens. En d'autres termes, les politiciens ont tendance à choisir un salaire minimum entre les choix des autres régions voisines dans le but de ne pas paraître injustes aux yeux électeurs. De notre côté, nous avons mis l'accent plutôt sur l'impact des facteurs économiques notamment, la mobilité des firmes, la dynamique du marché du travail et les objectifs de redistribution du gouvernement. Le modèle que nous avons développé arrive à expliquer l'évidence du «Racing to the middle» signalé par Green et Harrison, mais plus en concordance avec la théorie économique. Les politiciens pourraient jouir d'une marge de manœuvre pour manifester leurs orientations ou idéologies quant à la politique économique, mais nous pensons que cette marge ainsi que son impact sont très limités. La dynamique de la théorie économique reste le facteur déterminant de toute décision ou choix économique. La règle que nous proposons aux gouvernements quant au choix du salaire minimum est simple : en cas de nombre de travailleurs qualifiés supérieur à celui des non qualifiés, il vaut mieux rester dans la moyenne des régions adjacentes et ajuster légèrement selon les besoins de redistribution et la dispersion des salaires dans la province. Pour le cas où le nombre de travailleurs qualifiés est inférieur à celui des non qualifiés, il vaut mieux choisir un salaire minimum en bas de la borne inférieure des choix des provinces adjacentes. Cette règle est facile à appliquer et tient compte de la théorie économique.

Nous pensons que notre travail est un premier pas pour traiter la question de salaire minimum en contexte de concurrence régionale, une question qui n'a pas reçue beaucoup d'intérêt de la part des économistes.

Cependant, notre travail comporte certaines limites. Premièrement, nous avons développé un modèle statique où les régions voisines (A et B) fixent leurs salaires minimaux en avance et nous supposons que les choix de ces régions ne changent pas suite au choix de la région C. En effet, il est intéressant de considérer un modèle dynamique où le nombre de firmes, contrairement au présent travail, est endogène. Plus spécifiquement, il s'agit d'intégrer les fonctions de réaction des provinces A et B au choix du salaire minimum par le gouvernement de la région C. Le contexte dynamique nous permet aussi de voir ce qui se passera si les régions peuvent renier à leurs salaires minimaux après que les firmes se sont implantées. Il y aura probablement un changement dynamique des choix d'allocation des firmes à travers les régions. Cela apporte de l'incertitude quant au nombre de firmes par région. Il sera intéressant dans ce cas de voir si le "Racing to the Middle" tient toujours.

Deuxièmement, nous avons utilisé une fonction d'utilité linéaire et une fonction de production Cobb-Douglas. Il sera utile dans les recherches futures d'essayer d'autres types de fonctions d'utilité, pas forcément linéaires, qui donnent plus de flexibilité et plus d'impact des politiques redistributives. De même, utiliser d'autres fonctions de production sera fructueux spécialement pour permettre d'illustrer mieux les élasticités de substitution entre les facteurs de production. Cette élasticité est importante et influence les choix des firmes quant à la demande des facteurs (travail qualifié et non qualifié).

Troisièmement, nous avons considéré seulement deux types de travailleurs à savoir qualifiés et non qualifiés. En réalité, il existe plusieurs types de qualifications pour lesquelles la demande de travail est différemment affectée par le salaire minimum. Probablement, les niveaux de qualifications les plus proches du niveau des travailleurs au salaire minimum seront plus affectés. Il est intéressant pour les futures recherches de

tenir en compte cette réalité et considérer plusieurs niveaux de qualifications pour une meilleure évaluation quantitative de l'impact du salaire minimum.

Quatrièmement, il existe d'autres modèles d'appariement et des fonctions de probabilité (Cobb-Douglas matching par exemple) que ceux utilisés dans notre recherche. Il est important d'examiner ces alternatives prochainement.

Finalement, il est possible de traiter la question de choix de salaire minimum par une approche plutôt économie-politique. Probablement, il sera envisageable de développer un modèle où les politiciens maximisent une fonction de préférences (un modèle d'élections ou un modèle de vote) en intégrant la théorie économique sous forme de contraintes sur la mobilité des firmes et les effets de substitution.

CHAPTER 2

USING POLITICAL CYCLES TO ESTIMATE THE EFFECT OF UNEMPLOYMENT ON CRIME

2.1 Introduction

Crime is a major preoccupation in Canada, for both social and economic interests. It costs an estimated \$70 billion per year (Department of Justice, Canada). Furthermore, the cost to the criminal justice system accounts for \$13 billion dollars per year and another \$10 billion is spent on defensive measures.

A large literature has addressed the question of relationship between crime and economic conditions for example Block and Heineke (1975), Cantor and Land (1985), Cohen (1981), Cohen et Felson (1979a, 1979b), Cohen and Land (1987a, 1987b), Cohen et al (1980, 1981), Ehrlich (1973, 1975), Fox (1978), Hale et Sabbagh (1991), Parker et Horwitz (1986). Part of this literature, especially Krohn (1978), Stack (1984), and Soares (1999, reported by Levitt 2001), studied special links between crime and economic variables such as income, income inequality, and poverty. But, only few papers have studied the relation between unemployment and crime.

Unemployment and crime, as we will argue in the next section, seem to have a strong relationship, at least from a theoretical perspective. However, most of the empirical research was unable to document that unemployment has a strong causal effect on crime. This was the case of most studies analyzed by Chiricos (1987). Part of recent studies has revealed a positive relationship between unemployment and some types of crime. One can see for example Carlson M. and Raymond (1997), Chamlin B. and K. Cochran (2000), and Krivo J. and D. Peterson (2004). However, these papers find generally small and weaker unemployment effects.

Because of these failure to document strong causal effects of unemployment on crime, recent empirical researches on crime and public policy has focused more on law enforcement and deterrence.

Although we consider that law enforcement is an important issue for policymakers, we think that more attention should be given to the underlying forces causing crimes. According to the theoretical literature, economic conditions, especially poverty and unemployment, are major sources of these problems. It is interesting to investigate why most of empirical researches failed to document a strong impact of unemployment on crime. Indeed, most failures are due to inappropriate methodological approaches (Levitt, 2001; Baron, 2008). Also, in several studies, failures occur because of omission of other variables that affect crime rates and may lead to biased estimates of effect of unemployment on crime.

Regarding this weakness of empirical studies, our purpose in this paper is to estimate the effect of unemployment on crime using Panel estimation as appropriate method for available Canadian data. In addition to that, we make an attempt to control for omitted variables in earlier studies in order to obtain unbiased estimates.

The rest of this paper is structured as follows. Section 2 documents theoretical explanations of the link between unemployment and crime. In section 3, we present our method of estimation and the necessity of Instrument. Section 4 presents estimation and results. Section 5 concludes.

2.2 Theoretical explanations of unemployment-crime relationship

Baron (2008) indicates that there is no shortage of theoretical explanations of the relationship between unemployment and crime. Referring to Box (1987), Baron argues that most of criminological theories can be interpreted in a way that supports the link between unemployment and crime. According to Steven and Rudolf (2001), the fact that unemployment induces crime could be understood by looking at incentives and in particular opportunity costs. According to the basic theory, individuals respond to incentives. In fact, because of involuntary unemployment, the decrease in income and potential revenue increases the relative returns of illegal activities. In addition to that, workers having chronic joblessness have less to lose if arrested and incarcerated. Hence, Steven and Rudolf (2001) stipulate that these economic reasons suggest that unemployment may be an important determinant of crime.

Another perspective to explain unemployment-crime link is the General Strain Theory (GST) of Agnew (1992, 2001, and 2006). This fundamental theory sheds light on causes and motives in the life of individual that induce criminal behaviour. According to this approach, objective experiences, subjective interpretations, and emotional reactions may all induce crime. Hence, Agnew stipulates that negative experience, unemployment for example, can lead to several categories of strain especially goal blockage, failure to achieve positively valued goals, and presentation of negative stimuli. Because of these strains or stressors, people become upset, and they

feel negative emotions, such as anger, frustration, and depression. One way to cope with their strains and negative emotions is to engage in crime.

Agnew (2001) outlines several sources of strain leading to crime, such as unemployment, failure to achieve economic goals, marital problems and work in the secondary labour market. Hence, GST suggests that people's attributions for their unemployment and their subjective interpretations of deprivation and difficult financial situation may induce negative emotional reactions against unemployment. It is to note that one's attachment to the labour market might increase the negative emotional response to unemployment. Consistent with Agnew theory, several studies have concluded to a strong relationship between unemployment and social problems such as alcoholism, depression and roaming. One can see for example Scott and *al.* (1996), Kelly and Rodriguez (2009) and Heldrich Center (2010).

Another theory, applied to the link unemployment crime by Baron and Hartnagel (1997), is the Attribution Theory. This theory focuses on the way people explain outcomes and factors that determine their explanations. Concerning the effects of unemployment, one may attribute the cause of unemployment to either internal cause, for example lack of ability, skills and effort or external causes, such as poor economic environment and government. These attributions may be influenced by several factors such as employment history and length of unemployment (Baron and Hartnagel, 1997). The theory assumes also that how people think will affect how they feel. For example, a person who attributes unemployment to external causes (such as inaction of government) may feel anger. Further, the theory suggests that there are outcome-dependent effects, for example happiness follows a positive outcome, and dissatisfaction follows a negative outcome.

In few words, Attribution Theory stipulates that people think about causes of occurring outcomes and then form attributions. In turn, these attributions affect emotional reactions and determine people's actions such as crime.

In sum, theoretical researches argue relationship between unemployment and crime. Part of the literature view the crime as an employment that requires time and generates income. Other theories, such as General Strain Theory and Attribution theory, consider the negative impact of unemployment that generate emotional reactions and may, in some cases, lead to crime.

Despite theoretical arguments, empirical researches have not concluded to a consensus about the unemployment-crime link. Also, most of empirical studies have not documented a significant causal effect of unemployment on crime.

In the next section, we present the method we use to estimate the impact of unemployment on crime.

2.3 Method of estimation: Panel Data

We think that previous studies failed to find a strong causal effect of unemployment on crime because of inappropriate methodological approaches in some cases and omission of important variables in other cases. In fact, a large number of studies use aggregate crime rate. As noted by Steven and Rudolf (2001), this aggregation finds generally small and weak unemployment effect. Also, many studies use Time-series analysis to identify the impact of unemployment on crime. According to Chiricos (1987) and Freeman (1995), this approach leads to weaker relationship between unemployment and crime. In fact, Crime and unemployment are variables exhibiting a clear variability at the local level (Levitt, 2001). A better approach should take local variation into

account. Levitt (2001) indicated also that national time series data do not have the potential to identify causal relationships between variables. This is because of limited available degrees of freedom. It is not so possible to include several covariates in the analysis.

In light of these weaknesses, we think that using Panel data will be the desirable approach to estimate the effect of unemployment on crime for Canadian provinces. According to Levitt (2001), panel data present three important benefits. First, because there are multiple observations per year, year fixed-effects can be easily removed. Hence, we can control for any unobserved shocks that affect the entire country such as changes in the age distribution, national politics, etc. Also, province-fixed effects can be included in the analysis. Second, panel data generally generate high number of degrees of freedom, which allow controlling for multiple time-varying factors which are correlated to both unemployment and crime and therefore induce spurious coefficients if we use national time series. We can cite for example provincial prison populations and alcohol consumption. Third, in contrast with national time series, panel data benefit from disaggregation of data into local level and therefore allow using variation in crime and unemployment.

2.4 Data and estimation

2.4.1 Data description

The data we use are a panel of 10 Canadian provinces for the period 1977-2007. Data on crime are taken from Statistics Canada. They are available annually on provincial basis. We distinguish six types of crime: violent crime, robbery, property crime, other criminal crime, drugs, and other federal status crime. Data on

unemployment, population and other variables are taken from Survey and other sources available in Statistics Canada also.

Table 2.1 below presents summary statistics. In total, there is almost 1 reported crime per ten individuals. Most of these crimes are property crimes. Violent crimes represent slightly less than 10 % of total crimes. It is important to note that reported crimes show wide variation across provinces. There are also approximately 180 police officers per 100000 habitants. Average unemployment rate is about 9.95 %. But unemployment rates vary widely across provinces. For example, the maximum is 20.1 % in Newfound-land for year 1993, and the minimum is 3.4 % in Alberta for year 2006. Revenue per capita has a mean of 19152.68\$, but its variation within provinces is greater than across provinces one. More information about data is in appendix 3.

Figure 2.1 shows the time series of property crimes, violent crimes and unemployment rate for provinces in our sample. For each variable, the 1977 value is indexed as 100 %. Two important remarks are clear from this figure. First, property crimes follow almost the same trend as unemployment. Second, violent crimes have seen the largest increase: they reach more than the double in these provinces between 1977 and 2007. Furthermore, the most increase of violent crimes was made from 1977 to 1990 where the trend was always increasing. Since 1990, violent crimes follow the same trend as property crimes and unemployment. According to Ouimet (2001), the decline in violent crime after 1990 is explained by the demographic approach. Indeed, the 70's were marked by the influx of young people between 15 and 35 years. It was the time of liberation and rebellion of youth. Hence, we reported higher violent crime rates. In the late80s and early 90s, the demographic of young people has fallen sharply. In addition to that, the employment prospects for young people have improved, especially in part time work. These reasons, in addition to technological development (reduction in the use of cash, secure electronic transactions, access control and remote

monitoring, DNA and databases on known criminals), explain the decrease in violent crimes.

Table 2.1: Summary statistics (all values per 100000 residents except population)

Variable	Standard deviation				
	Mean	Within-Provinces	Across-provinces	Minimum	Maximum
Total Crime	9421.38	1374.877	2569.301	5084.06	17273.7
Violent Crime	922.7086	264.8357	240.125	319.92	2059.4
Robbery	72.22181	22.77678	47.64384	4.87	209.1
Property Crime	4706.716	732.3333	1512.851	2282.8	9007.77
Other Criminal Crime	2915.529	729.9853	766.9519	994.94	6949.02
Drugs	246.4281	64.03586	85.82544	103.15	653.7
Other Federal Crime	178.2245	76.07385	61.09083	33.48	510.99
Gini	0.3601129	0.0146464	0.010571	0.315	0.41
Immigration	18169.71	12540.83	29670.03	89	152836
Polices	180.6383	13.01798	21.31482	136.842	278.7889
Revenue per capita	19152.68	7288.511	2414.977	5183	45113
GNP per capita	75938.09	57221.03	96271.35	602	582019
Population	2815792	500920.6	3402171	120031	1.28e+07
Unemployment rate	9.952258	1.936799	3.416676	3.4	20.2
Education spending per capita	1.662823	0.624173	0.130864	.5610884	3.57004
Percent ages 15-24	15.96163	2.4007	0.682452	12.61324	21.92409
Transfers per capita	3004.912	1205.167	376.4377	778.8846	6125.129

Note: the sample used here is a panel of 10 Canadian provinces over the period 1977-2007. Crimes variables and polices are per 100000 habitants. Revenue, GNP, Education spending and Transfers are per capita. All data are taken from statistics Canada. Some missing data are interpolated using 3 years mobile mean method.

These remarks on trends of property crime and violent crime (especially after 1989) suggest a significant relationship between unemployment and property, as well as violent crimes (especially after 1989 for violent crimes).

Crimes per 100000 habitants

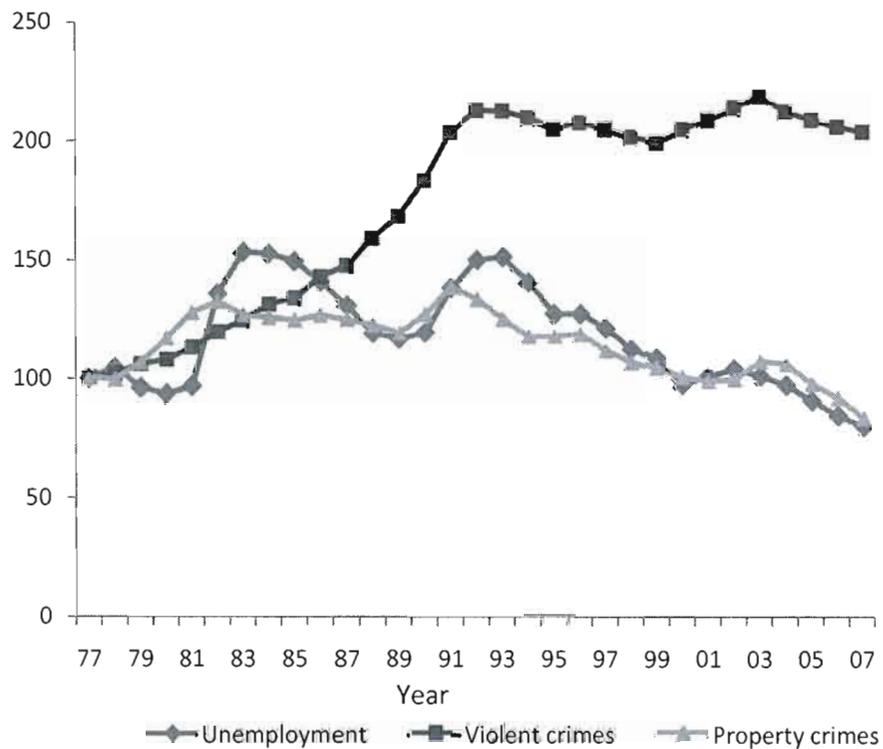


Fig. 2.1: Trends in Property crimes, Violent crimes and Unemployment

Figure 2.2 shows the time series of drugs crimes and unemployment for the same sample. Surprisingly, drugs and unemployment have seen opposite trends during the period of our sample. Hence, drugs increase when economy is doing better, and decrease when people have fewer jobs.

Crimes per 100000 habitants

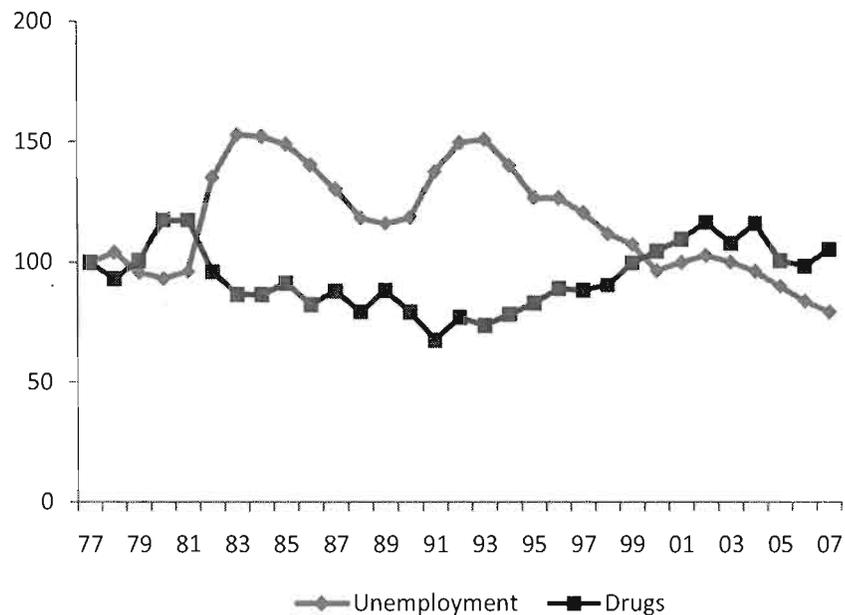


Fig. 2.2: Trends in Drugs crimes and Unemployment

However, panel data analysis has a known limit: we can't interpret the estimated parameters explicitly as some variables cause effects on other variables. In other words, parameters don't say if unemployment causes crime or crime cause unemployment. For example, a province with higher crime rate doesn't attract customers and therefore crime may cause unemployment (Levitt, 2001). Hence, the estimated parameter is more indicative of a correlation than a causal pathway. Also, it could be that another variable affect both unemployment and crime and then the correlation between these two will be understated. This is the case, for example, of alcohol consumption. In fact, it is clear that use of alcohol induces crime, but in poor economic conditions, people consume less alcohol and therefore we have less crime. Hence, if we don't take into account alcohol-crime relationship, we will have that more unemployment induces less crime, which is wrong. It is alcohol consumption that causes crime's decrease and not unemployment.

One alternative to skip the above limit of panel data is to use instrumental variables. It means that we have to find an exogenous source of variation for the explicative variable, which is unemployment in our case. This exogenous variation, called instrument, should affect unemployment but has not to affect crime, only through unemployment.

In the next section, we argue that political cycles can be used as instrumental variables to estimate the impact of unemployment on crime.

2.4.2 Using political cycles as instrumental variable

Political cycle theory supposes that politicians manipulate economic policy and economic performance to improve their chance for re-election or to affect their partisan preferences. Depending on the motivation of policymakers, as well as on the modeling of expectation formation, we distinguish opportunistic from partisan political cycle's models. While opportunistic models, starting formally with Nordhaus (1975), suppose that the objective of policymakers is to maximize their probability of re-election, partisan models, starting with Hibbs (1977), suppose that policymakers have different preferences and macroeconomic goals (different targets over inflation and unemployment).

It is important to note that both opportunistic and partisan early PBC models were based on monetary policy as the driving force. Hence, incumbents generally try to use expansionary economic policy and create more jobs before elections in order to increase their chance of re-election or to reach their economic targets.

Due to criticism of early models based on monetary policy and sometimes hard evidence of these models on data, following models focus more on fiscal policy as the key driving force rather than expansionary monetary policy. Rogoff (1990) presents a model of political budget cycles, where incumbent uses fiscal policy to improve his re-

election chances. Drazen (2000), starting from the model of Rogoff, presents a model with Active Fiscal-Passive Monetary policy. Theoretical models of PBC based on fiscal policy as driving force are influenced by empirical findings pointing out clear pre-election opportunistic manipulation of transfers and other fiscal instruments (see Block (2000); Gonzalez(1999); Krueger and Turan (1993); Tufte (1978); Alesina (1988); etc.).

Although the development and variation of PBC models, one of most important economic issues that incumbents, whether opportunistic or partisan, try to manipulate is unemployment. This is true for models based on monetary policy but also for models based on fiscal policy where transfers or other fiscal instruments, such as taxation, grants and government expenditure, end by improving employment. Hence, the relationship election-unemployment is well documented in the literature of PBC. Nordhaus (1975), in his political business cycle model, finds fast growth, low unemployment and raising inflation around election. Also, Ryan and William (1982) find that when the incumbent can manipulate the economy to decrease unemployment rates, he is generally re-elected. In a recent study, Toke and all (2007) find that the government is penalized in municipal elections for higher unemployment rates. Thus, opportunistic behaviour is beneficial: greater expenditures in the election year lead to greater vote gain.

Strong empirical results were found by Fair (1978). He pointed out that, in election year, the change in real economic activity (measured by the change in real per capita GNP or the change in unemployment) have an important impact on votes for the president. Specifically, 1 % increase in the growth rate increases the incumbent's vote total by about 1 %. Also, Alesina, Roubini, and Cohen (1997) studied US data from 1949 to 1994. They found that, under Democratic administrations, the average quarterly growth rate rises from 3% per annum in quarter 3 to almost 6% per annum in quarter 6 or 7 during term of office. They found same result for unemployment.

On the same way, several studies, such as Tufte (1978), Alesina (1988a), Nordhaus (1989), Alesina (1989), Alesina, Cohen and Roubini (1992) shed lights on budget cycles. It is shown that budget deficits and money growth are increased in election years. Hence, governments use opportunistic monetary and fiscal policies in order to induce a decrease of unemployment. This fact concord with findings of Kenneth (1995), who indicated that, before elections, transfer payments and government spending stimulate short-term economic growth and then decrease unemployment. However, the existence and the amplitude of political cycles, and therefore their implication on economic variables, depend on the reputation of policymakers and the proximity of the election (Martinez, 2008).

For our purpose, we want to use political cycles as exogenous sources of unemployment variation, which allow estimating the real impact of unemployment on crime. In order to investigate whether Canadian provinces present political cycles that affect unemployment, we examine the variation of unemployment over the period 1977-2007 according to elections timing.

Changes in unemployment rates

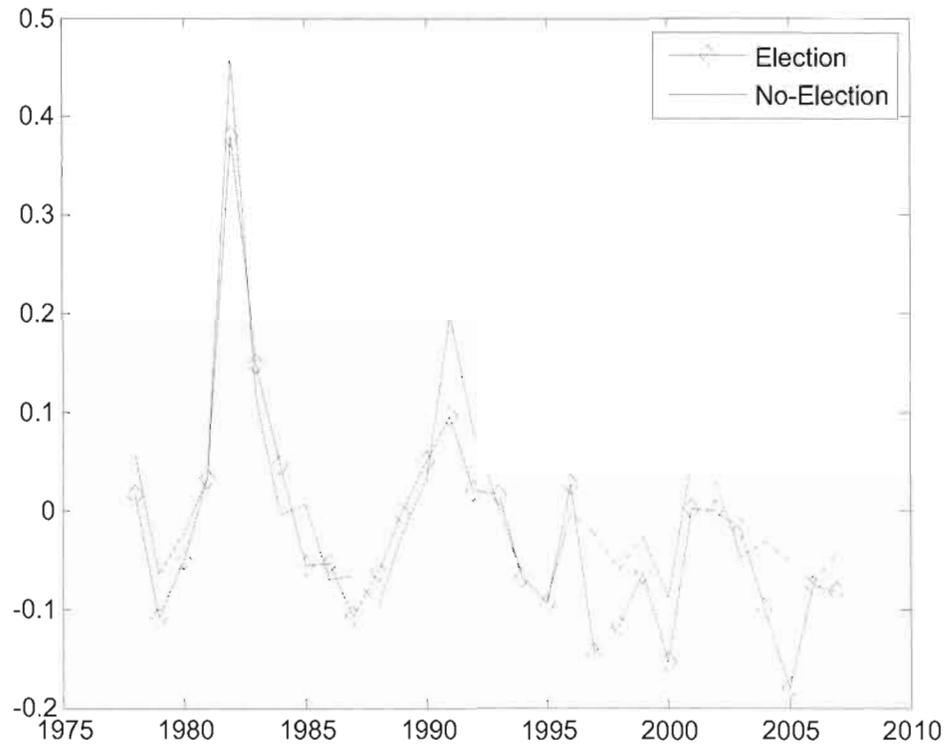


Fig. 2.3: Yearly Changes in Unemployment Rates (Election Years versus Nonelection Years)

Figure 2.2 shows the increases in unemployment rates for provinces with and without provincial elections in a given year. Provinces with elections in current year exhibit smaller rates of increase (or higher rates of decreases) in 25 of the 30 years. In order to strengthen analysis, we examine the data on a province-by-province basis. The list of provinces with information on mean changes in unemployment rates in election years is included in the Appendix. At least 7 of the 10 provinces in the sample have smaller mean rates of unemployment's increase in election years compared to years without elections.

Of course, simple averages do not consider eventual correlation between the timing of elections and other factors that could influence the change of unemployment rates, especially economic and demographic characteristics. To take into account these considerations, we model the relationship unemployment-elections as follows:

$$(1) \Delta U_{it} = \theta_1 E_{it} + X_{it} \delta + \gamma_t + \lambda_i + v_{it}$$

Where U_{it} is the unemployment rate for province i in year t ; E is an indicator variable equal to 1 in election year and 0 otherwise; X is a matrix of covariates including economic and demographic variables, province and year dummies and province-size indicators. Covariates are log-differenced where applicable. Note that it takes time to policymakers to manipulate unemployment rates before elections. Hence, we consider one and 2 years before elections to determine potential political cycles.

Endogeneity problem

In order to obtain unbiased results, the used instrument, provincial elections here, must be absolutely an *exogenous* source of variation for the explicative variable, which is unemployment in our case. Unfortunately, provincial elections in Canadian context are not always exogenous. In fact, it is possible that policymakers advance election date in order to take advantage of good economic conditions. Hence, they increase their chance of re-election. If such cases occur, the elections will not be a source of exogenous variation in unemployment. Therefore, our instruments will be partially endogenous and our results will be biased. To address this problem, we eliminated advanced elections and we considered only elections held at their regularly scheduled

dates⁴. This probably weakens our instruments, but at least we are confident to eliminate the endogeneity. Once solved the endogeneity problem, we can estimate equation (1).

Table 2.2 illustrates regression estimates for equation (1). Column (1) includes only region and year dummies. Columns (2) and (3) add province size indicators and economic and demographic covariates. The only difference between column (2) and (3) is the random versus fixed effect. Estimation allows for heteroskedasticity.

Table 2.2: Using election as predictor of changes in unemployment rates

VARIABLE	Δ Unemployment	Δ Unemployment FE	Δ Unemployment RE ⁵
Élection	-0.0044 (0.01)	-0.0032 (0.0006)	-0.00318 (0.0006)
Δ Gini	—	0.147 (0.052)	0.149 (0.0649)
Δ ln Immigration	—	-1.26 (0.487)	-1.244 (0.712)
Δ ln Polices	—	0.0384 (0.010)	0.039 (0.010)
Δ ln GNP per capita	—	-0.0316 (0.01)	-0.0315 (0.009)
Δ ln Education spending per capita	—	0.0144 (0.0151)	0.0143 (0.0086)
Δ Percent ages 15-24	—	0.119 (0.183)	0.1 (0.098)
Δ ln Transfers per capita	—	0.0627 (0.0159)	0.062 0.0068
Year indicators	Yes	Yes	Yes
province-size indicator	No	Yes	Yes
P-value for Election	0.023	0.009	0.002
R ²	0.38	0.60	0.35

⁴ We eliminated almost 20 % of total elections. Notice also that elections in Newfoundland and Prince-Edward provinces were most of the time advanced. We eliminated these two provinces from the analysis. This will not affect our results since they are small provinces and their contribution is negligible.

⁵ Fausman test shows a P-value superior to 5 %, hence we can't reject the null hypothesis: estimates of FE (fixed effect) and RE (Random Effect) are not significantly different. Estimation with Random Effect is then chosen.

Provincial election years are associated with more than 0.32 % decrease in unemployment rates. Election variable is statistically significant but also the regression account for more than 60 % of the overall variation of the unemployment rates. It is clear that election is a weak instrument for determining the impact of unemployment on crime. Such weakness could lead to an underestimation of the variation of crime rates due to variation in unemployment. However, we think that election is still significant and we have to use this information in the best possible way to address the problem we are facing. Having that unemployment rates decrease in election years, we can then use election timing as an instrument to estimate the impact of unemployment on crime. For such estimation to be non-biased, other variables that are both correlated with crime and elections have to be taken into account. Therefore, we include spending on both education and welfare (Transfers) in addition to polices, GNP and other factors (see Table 3). The equation to be estimated is as follows:

$$(2) \Delta \ln C_{ijt} = \beta_{1j} \Delta U_{it} + X_{it} \delta + \gamma_{tj} + \lambda_i + \varepsilon_{ijt}$$

Where eC_{ijt} is the number of crimes per capita in the province i for crime category j in year t ; U_{it} is unemployment rate in province i in year t ; X is the matrix of covariates.

Simultaneity problem

Another problem that could prevent us to have unbiased results is the *simultaneity* of crimes. One problem that may face is the simultaneity of crime. In fact, a drug addict, who has no more money, could try to steal something in order to be able to buy his dose. While trying to steal, he could be compelled to use force. Then, how to classify crimes committed by this person? He has actually committed a property crime and violent crime with the aim to consume drug. Depending on how the data were classified,

possible correlation between crimes may emerge. This may yield a biased coefficient on each crime category. The best way to address this problem is to conduct a joint estimation for the three crime categories. We then can conclude whether the jointly estimation is significantly different from separated estimations. We will discuss this issue in the next section, devoted to results.

2.5 Results and interpretations

All our estimations are made via STATA software. Because we work with Panel data, used commands are XTREG and XTIVREG. Our sample comports 310 observations (10 provinces for 31 years). Equation (2) is estimated using two-stage least squares method (2SLS). Unemployment rate is treated as endogenous and the rest of right-hand variables as exogenous. We included all variables that could be correlated with the independent variable (crimes). Hence, we control for demographic variables (immigrants and percentage of 15-24 years aged), revenue variables (GNP per capita and transfers per capita), public policies (redistribution and education spending) and law enforcement (policies). The choice of such variables is determined by previous studies and econometric tests of variable significance.

Three sets of results relative to the estimation of equation (2) are presented. Table 2.3 and Table 2.4 show results of estimation for property and violent crimes respectively, while Table 2.5 illustrates results for drugs crimes.

Column (1) of Table 2.3 shows estimation of equation (2) using OLS in log-levels. The positive coefficient on unemployment (0.40) means that more unemployment is associated with higher property crime rates. However, the estimate is not significant (P-value of 0.69). This is consistent with previous results in the literature that do not take

into account the endogeneity between unemployment and crime and failed to identify significant effect of unemployment on crime.

Table 2.3: Estimation of the impact of unemployment rates on property crime rates

VARIABLE	(1)⁶ OLS	(2) OLS	(3) OLS	(4) 2SLS	(5) Joint- estimation
Unemployment	0.40 (1.01)	1.46 (0.58)	0.87 (0.033)	10.46 (5.05)	10.4
Δ Gini	-2.42 (1.45)	-0.11 (0.45)	-0.012 (0.025)	-1.16 (0.86)	-1.16
Δ ln Immigration	18.95 (7.28)	2.12 (4.18)	0.43 (0.23)	8.39 (6.86)	8.39
Δ ln Polices	0.04 (0.18)	-0.104 (0.116)	0.65 (3.00)	-0.46 (0.26)	-0.46
Δ ln GNP per capita	-0.13 (0.12)	0.07 (0.97)	-0.000005 (0.000017)	0.48 (0.26)	0.48
Δ ln Education spending per capita	0.95 (0.24)	0.579 (0.11)	0.00001 (0.000044)	0.41 (0.18)	0.41
Δ Percent ages 15-24	-7.94 (2.02)	-0.4 (1.66)	-0.047 (0.091)	-2.75 (2.59)	-2.74
Δ ln Transfers per capita	-1.13 (0.19)	0.086 (0.101)	-0.0000056 (0.0000023)	-0.43 (0.32)	-0.43
Data differenced	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruments	None	None	None	Elections	Elections
P-value of unemployment	0.69	0.013	0.01	0.039	0.03

This first estimation yields also two important results. First, more immigrant are associated with higher crime rate. Second, more transfers (from government to

⁶We did the unit root tests for all level estimation. We can't reject the stationary.

residents) are associated with smaller crime rates. The estimates of both immigrant proportion and transfers are statistically significant. Finally, the coefficient on the equality of revenue variable is negative. This means that more inequality implies higher crime rates.

Column (2) and (3) show OLS estimates of equation (2) in differences. By taking first difference, the coefficient of unemployment becomes slightly higher but statistically significant (1.46 with first log-difference and 0.87 with first difference estimation). The coefficients on immigrant proportion and transfers variables drop and are now insignificant.

Column (4) of Table 2.3 provides 2SLS estimates of the effect of unemployment on property crime using elections as instruments for unemployment. Variables other than unemployment are assumed to be exogenous. The unemployment coefficient is statistically significant at 0.05 levels and is seven times larger than OLS estimates in column (2). According to our results, decreasing unemployment by 1% could decrease property crime by more than 10%. This is a strong finding since previous studies failed to document a strong causal effect of unemployment on crime. Coefficients of equality and transfers variables are both negative (-1.16 and -0.43). This suggests that welfare and other policies established in order to reduce inequality could decrease crime rates. However, both variables have weak significance. The same non significance is observed for demographic variables (immigrant proportion and 15 to 24 aged' percentage).

Finally, Column (5) of Table 2.3 presents the results for an identical estimation as in column (4); the only difference here is that property crimes are jointly estimated with violent crimes and drug crimes. Coefficient on unemployment is significant and is almost the same as in column (4). 1% decrease in unemployment rate entails almost 10% decrease in property crime rate. This means that there is no (or weak) correlation

between different crime categories. Hence, we conclude that crimes rates are carefully classified by Statistics Canada.

Table 2.4 provides estimates of equation (2) for violent crime. As we commented on figure 2.1, relation between violent crime and unemployment seems to be more persistent after 1989. Effectively, estimation shows that coefficient of unemployment is no significant between 1977 and 1989, but becomes significant for the period between 1989 and 2007. Results of this later period are presented in Table 2.4. As in Table 2.3, all variables except unemployment are assumed to be exogenous⁷. OLS estimation in log-levels (column 1) yields a significant positive coefficient on unemployment (2.9 with standard error of 0.77). This implies that more unemployment is associated with more violent crime rates, which is in accordance with theoretical evidence. For the other variables in the estimation in log-levels, the intuition from results is similar to those of Table 2.3.

By taking first difference, the coefficient on unemployment becomes smaller (1.26 in column 2) and even negative in log-differences (-0.008 in column 3). Also, it is important to note that the sign of wealth variable becomes negative. Hence, bigger per capita GNP is associated with less violent crime rate, which is expected according to theory.

Column (4) of Table 2.4 presents 2SLS estimates of the effect of unemployment on violent crime using elections as instruments for unemployment. The rest of variables (other than unemployment) are assumed to be exogenous. As a first result, the coefficient on unemployment is quite significant and bigger than its values in the three previous specifications (column 1, 2 and 3).

⁷ Variables Gini, Transfers and percentage of immigrants are not significant for this estimation and are then dropped

Table 2.4: Estimation of the impact of unemployment rates on violent crime rates (1989-2007)

VARIABLE	(1) OLS	(2) OLS	(3) OLS	(4) 2SLS	(5) Joint- estimation
Unemployment	2.9 (0.77)	1.26 (0.61)	-0.0008 (0.0006)	4.8 (2.35)	4.76
Δ ln Polices	0.89 (0.22)	0.11 (0.21)	-0.0039 (0.12)	-0.14 (0.27)	-0.09
Δ ln GNP per capita	0.17 (0.12)	-0.04 (0.15)	-0.0051 (0.036)	0.33 (0.32)	0.38
Δ ln Education spending per capita	0.38 (0.13)	0.29 (0.13)	0.00151 (0.00737)	0.21 (0.15)	0.23
Δ Percent ages 15- 24	-0.158 (0.198)	-6.8 (2.04)	-0.0038 (0.0021)	-4.54 (3.5)	-4.9
Data differenced	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruments	None	None	None	Elections	Elections
P-value of unemployment	0.00	0.03	0.1	0.04	0.04

Instrumenting by elections allows us to detect positive causal effect of unemployment on violent crime. Hence, reducing unemployment by 1% could decrease violent crime by more than 4.8 %. However, the coefficient on unemployment is smaller than the case of property crime and represents almost 50% of this later. This is due in great part to the weakness of the instruments. Despite the weakness of instruments, our finding for violent crimes, as we said for property crimes, is strong since we present a positive and significant impact of unemployment. Such impact was not documented in previous literature.

Coefficient on polices is negative and more important than what it was in column (3). More polices per capita is associated with low violent crime rates. The percentage of

population between 15 and 24 years has the expected positive sign in log-levels estimation, but generally negative in all differenced regressions and never significant. This result is consistent with finding of Levitt (1997). Column (5) of Table 2.4 presents the results for an identical estimation as in column (4), but violent crimes are jointly estimated with property and drug crimes. Coefficient on unemployment is once again almost the same as in column (4). 1% decrease in unemployment rate entails about 4.7 % decrease in violent crime rate. Again, we deduct that there is no (or weak) correlation between different crime categories.

Regression results for drug crimes are presented in Table 2.5⁸. Column (1) provides OLS estimates of equation (2) in log-levels. Column (2) and (3) present results for differenced data, when column (4) is devoted to 2SLS estimates of equation (2) using elections as instruments for unemployment. The most remarkable fact in Table 2.5 is that the coefficient on unemployment is negative in all regressions, even when using instruments. Hence, we have higher drugs crime rates when unemployment rates are lower. This result is in contrast to what someone could expect. We should analyse this issue deeply, but first let's examine the other variables of the regression presented in Table 2.5.

Coefficients on demographic variables are positive in all regressions. Hence, in column (1), the coefficient on percentage of population aged between 15 and 24 is 3.87. This coefficient remains almost the same (3.88) when instruments are used in column (4). This was an expected result since involvement of youths is suggested in most of studies on drugs. In this way, a study published by Statistic Canada (2008) revealed that Drug-related crimes among youth have climbed dramatically and the rate of drug

⁸Column (5) of Table 4 presents the results for an identical estimation as in column (4), but drug crimes are jointly estimated with property and violent crimes. Coefficient on unemployment is almost the same as in column (4), and we deduct that there is no (or weak) correlation between different crime categories.

offences among youth in 2006 was almost twice what it was 10 years earlier. In the USA, the National Drug Intelligence Center (2002) reported that rates of use of drugs among young people are relatively high.

Table 2.5 :Estimates of the impact of unemployment rates on drugs crime rates

VARIABLE	(1) OLS	(2) OLS	(3) OLS	(4) 2SLS	(5) Joint- estimation
Unemployment	-3.93 (1.09)	-0.72 (1.3)	-0.0025 (0.0034)	-6.33 (8.27)	-6.3
Δ Gini	2.6 (1.3)	-0.22 (1.03)	-0.0022 (0.0025)	0.48 (1.42)	-0.48
Δ ln Immigration	21.59 (9.6)	22.12 (9.4)	0.05 (0.023)	18.74 (11.23)	18.7
Δ ln Polices	-0.45 (0.27)	0.3 (0.26)	0.55 (0.30)	0.52 (0.43)	0.52
Δ ln GNP per capita	0.40 (0.17)	0.17 (0.21)	0.0000018 (0.0000022)	-0.098 (0.43)	-0.09
Δ ln Education spending per capita	-0.039 (0.23)	-0.36 (0.25)	-0.0000058 (0.0000045)	-0.26 (0.29)	-0.26
Δ Percent ages 15-24	3.87 (1.87)	2.98 (3.74)	0.0096 (0.009)	3.88 (4.24)	3.8
Δ ln Transfers per capita	-0.35 (0.23)	-0.12 (0.22)	-0.0000056 (0.0000024)	0.17 (0.52)	0.17
Data differenced	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruments	None	None	None	Elections	Elections
P-value of unemployment	0.00	0.5	0.4	0.4	0.4

For the immigrant proportion variable, the coefficient is about 18 %, which is relatively high, but it is weakly significant. The coefficient on education spending is negative (-0.26). This may reinforce the political attitude, as well as research finding, that education is an efficient way to reduce drug use and crimes. The coefficient on police was negative in OLS log-levels estimation, but becomes positive in column (4) after using instruments for unemployment. According to Levitt (1997), a positive sign doesn't mean necessary that police increases crime rates. Indeed, he argued that when provinces have higher crime rates, they tend to hire more police than other provinces. Hence, we detect more police in provinces with higher crime rates. Finally, we notice that the coefficient on Great National Product has negative sign (-0.09).

Now, we can analyse the coefficient on unemployment again. First to all, we have to know that drug crime rates, as reported by Statistics Canada, include various infractions, especially, drug consumption, drug traffic and drug importation and exportation. These crime subcategories may have different relationships with unemployment. First, in period of high unemployment rates, probably drug consumption tends to decrease because of budget constraint. Many persons, having drug preferences, may lose part of their revenues (due to unemployment) and they could not afford drug expenses. In fact, statistics show that drug price decreases when unemployment rates are higher. For exemple, The Office of National Drug Control Policy (2004) shows that drug prices decline during the 1980s. During this period, unemployment rates are relatively higher. Hence, the decrease of drug consumption may lead to a decrease of drug crime rates. Second, as reported by Steven and Rudolf (1998), because of involuntary unemployment, the decrease in income and potential revenue increases the relative returns of illegal activities. Since individuals respond to incentives, some people engage in drug activities to ensure better revenue. This may lead to an increase of drug crime rates. Finally, we think that drug importation and exportation is very dependant of economic activities. In fact, when the economy is in expansion, both exportation and

importation increase. The control of traffic at borders becomes harder. It seems that traffic groups take advantage from such situations to increase drug importation or exportation. Hence, drug crimes (due to drug importation) increase in economic expansion, where importation and exportation increase and unemployment decreases.

To address this issue rigorously, we regress drug importation on total importation and total exportation respectively⁹. According to our results, there is a positive and significant relationship between drug importation-exportation and total importations and exportations activities. Thus, a 100 % increase in total importations (exportations) is associated with almost 20 % (25 %) increase in drug importation infractions.

Note that drug importation and exportation infractions represent almost 40 % of total drug crimes. Hence, we think that in case of a decrease in unemployment, the increase of drug importation-exportation crime will dominate the decrease of drug traffic crimes (with unemployment decrease, drug activities are less attractive for persons who can easily find a job). In other words, drug crime includes foreign activities such as importation and exportation of drugs and local activities such as consumption and sale in Canada. Drug crimes related to foreign activities are negatively correlated with unemployment and their effect dominates the effect of local activities. This allows us understanding the negative relationship between unemployment and drug crime.

Our conclusions are consistent with United Nations Office's report of 2009. This report concludes that Canada is the main supplier of Ecstasy in North America and is taking more importance in the trafficking of methamphetamine throughout the world. In the same direction, a study reported by Government of Canada (2003) indicates that

⁹ Regression covered the period between 1990 and 2007. Unfortunately, no data are available before 1990. Panel method was used for this regression. Dependent variable is drug importation crime, while independent variables are total importations (exportations) in addition to the same independent variables in equation (2).

most of cocaine sold in Canada came from Colombia, Venezuela and Brazil. Furthermore, various groups control the trade of these drugs, especially drug trafficking organizations from Asia, Italy and South America, gangs of outlaw bikers and other large organizations in Canada.

These findings reinforce the results of our estimation in table 2.5. In fact, we find a positive coefficient of the immigrant proportion variable. Hence, drug trafficking organizations could easily find network in major provinces (with higher immigrant proportion) in order to develop their activities of importation, exportation and traffic of drugs.

2.6 Conclusion

Our paper uncovers heretofore unproven strong causal effects of unemployment on crime, using political cycles as instruments for unemployment. Identification of such cycles presents an important key for solving the problem of joint determination of crime and unemployment, which has not been the subject of consensus of past research. Our methodology is similar to that of Levitt (1997) but we use a different instrument for a different explicative variable (unemployment in our case and politics in Levitt 1997). Although the political cycles explain only a small fraction of the total variation in unemployment, and therefore are weak instruments, our results do suggest a significant causal effect of unemployment on crime rates. We find that a 1% decrease in unemployment rate do decrease property crime rate by more than 10% and violent crime rate by almost 5%, suggesting a positive relationship. For drug crime, the relationship is less significant and seems to be negative (-6.3%). Hence, lower unemployment rates are associated with higher drug crime rates. We argued that this could happen when the increase of drug importation-exportation crime dominates the decrease of drug traffic crimes during a period of lower unemployment rates.

Our results are very useful for government and policy makers. In order to reduce property and violent crime rates, we think that they have to privilege political issues such as jobs creation and integration in employment. Note that for some industries, Canadian provinces suffer from shortage of manpower; hence job creation should target certain groups or provinces, probably these who present higher crime rates. For drug crime, we think that public policy has to focus more on law enforcement and deterrence, since decreasing unemployment doesn't decrease such crime rates. The solution could be more control at borders and more collaboration with foreign countries in order to reduce drug exportation-importation activities. Note that the geographic extent to the drug market is the municipality; hence future research should focus more on municipal data to determine the impact of unemployment on drug crimes.

The existence of cycles presents a potential avenue for analysing the effects of public policies on social and economic variables (such as redistribution and poverty, taxation and employment, etc.), especially when we have joint determination problem. The approach used in this paper could be applied to various ranges of public policies and at different levels of government (federal, state and local authorities). We think that this is likely to lead to more efficient estimates and generates better results.

CHAPITRE 3

PERFORMANCE DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ: CAS DES HÔPITAUX QUÉBÉCOIS

3.1 Introduction

Les dépenses de santé sont en croissance rapide dans la majorité des pays industrialisés. En chiffre, ces dépenses représentent près de 16,2 % du PIB aux États-Unis, 11 % au Canada et 12 % en France pour l'année 2009. De plus, les taux de croissance des dépenses de santé sont de loin supérieurs aux taux de croissance des revenus des gouvernements.

Dans le contexte québécois, la situation est précaire et s'aggrave d'une année à l'autre. Dans ce sens, les dépenses du système de santé sont passées de 30 % du budget global du gouvernement en 1980 à 45 % de ce budget en 2010 (Finance Québec, 2010). De plus, le niveau de croissance des dépenses du système de santé est pratiquement le double de celui des revenus du gouvernement. Cette situation a poussé les responsables du conseil de trésor à confirmer dans le budget de 2010-2011 qu'il devient impossible de maintenir le statu quo dans le contexte actuel.

Le graphique 1 ci-dessous illustre cette situation au Québec et démontre que les dépenses de santé dominent tous les programmes du gouvernement en 2010. De même, le graphique 2 démontre que ces dépenses évoluent à un rythme rapide entre 1980 et 2010.

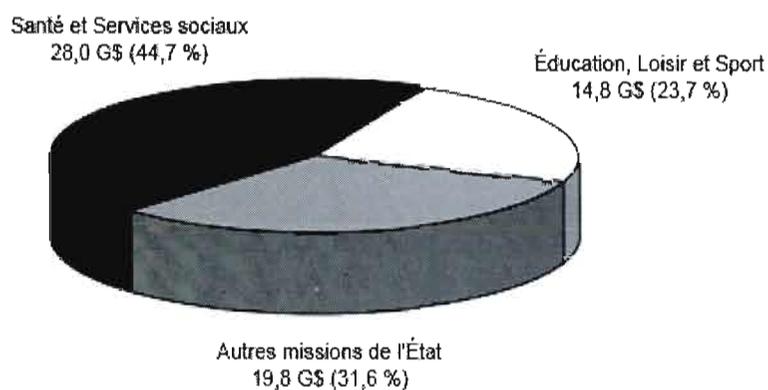


Figure 3.1: Part des dépenses du système de santé au Québec en 2010

Source : Secrétariat du Conseil du trésor [<http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/Budget/2010-2011/fr/documents/VersSystemeSante.pdf>]

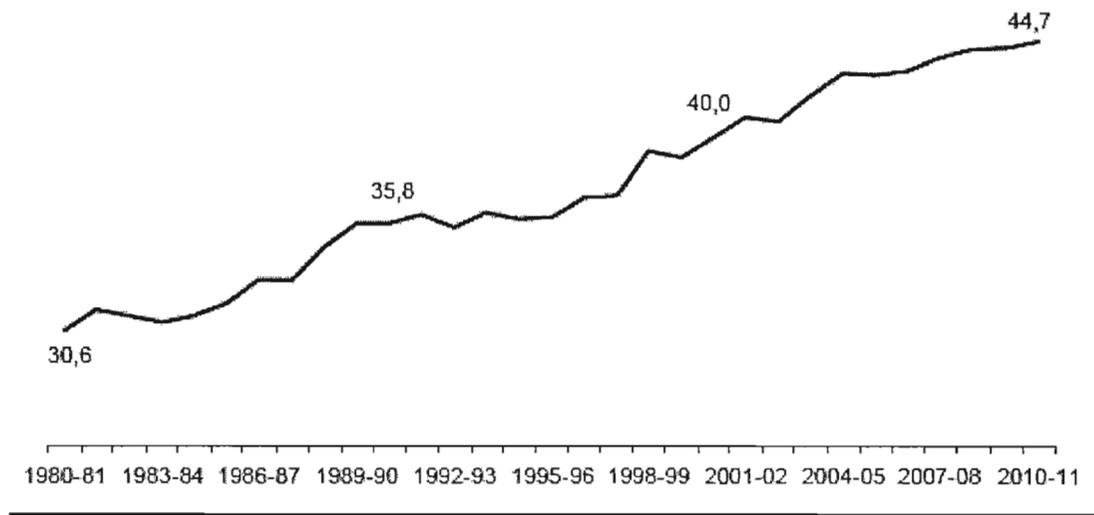


Figure 3.2 : Évolution des dépenses du système de santé au Québec

Source : Secrétariat du Conseil du trésor

[<http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/Budget-t/2010-2011/fr/documents/VersSystemeSante.pdf>]

Devant la croissance de ces dépenses, il devient de plus en plus difficile pour les gouvernements de financer leurs systèmes de santé. Le vieillissement de la population dans les pays développés ne fait qu'exacerber la problématique. Cette situation a amené ces pays à remettre en question la façon de financer leurs systèmes de santé. Les États-Unis, les premiers à confronter ce problème, étaient les précurseurs à agir et à changer leur mode de financement d'un budget global sur base historique vers ce qu'on appelle une tarification à l'activité. Ensuite, plusieurs pays européens notamment, la France, le Danemark, la Suisse et la Grande Bretagne, ont entamé des processus de modification de leurs modes de financement des établissements de santé. Bien que différents dans les détails et les moyens, presque tous les pays convergent vers un mode de budgétisation basé sur les services rendus.

Le financement des établissements de santé selon les services rendus est sans doute une amélioration par rapport à la budgétisation sur base historique.¹⁰ Ce changement permet notamment de ramener les établissements dont les coûts sont nettement supérieurs vers la moyenne des coûts de services de santé rendus par tous les établissements. Cependant, cela ne règle qu'une partie du problème à court terme. En effet, rien ne garantit qu'avec ce mode de financement, les établissements sont efficaces et que les ressources sont bien allouées. Les dépenses de santé sont toujours en croissance et continuent d'engorger la part du lion des budgets des gouvernements des pays développés.

Conscients de l'ampleur du phénomène, plusieurs chercheurs se sont penchés sur le sujet. Ces recherches s'orientent davantage vers la mesure de la performance des établissements de santé. Le but est de déterminer les sources d'inefficience afin de réduire autant que possible le fardeau financier que représente le système de santé pour les gouvernements. La littérature économique sur les méthodes de mesure de performance est riche. Selon Breyer (1987), ces méthodes pourraient être classées en deux groupes à savoir les méthodes "ad-hoc" et les méthodes découlant de la théorie économique. Les premières, utilisées surtout dans les années soixante et soixante-dix, consistent simplement à des fonctions du coût moyen avec les variables qui lui sont possiblement corrélées. Elles portaient sur des indicateurs tels que les rendements d'échelle et la taille optimale. Par conséquent, les études utilisant ces méthodes présentent une grande diversité et des résultats différents.

Les méthodes du deuxième groupe, inspirées de la théorie de la production, sont développées pour combler les inconvénients des méthodes ad-hoc. Le but était de

¹⁰Voir Chalkley et Malcomson (2001) et Mougeot et Naegelen (2005) pour une revue de l'impact des modes budgétaires sur l'efficience hospitalières.

développer des méthodes permettant de comparer les hôpitaux et de tenir compte de plusieurs facteurs comme les médecins, le caractère multidimensionnel, etc. Les études utilisant ces méthodes ont suivi les recommandations de Cowing *et al.* (1983) de baser leurs modèles sur les fondements solides de la théorie économique.

Malgré cet avancement important, en plus du développement remarquable de l'économétrie, la majorité des études souffrent du manque ou d'incomplétude des données d'une part, et d'autre part les modèles utilisés sont dépendants des hypothèses économétriques et du choix de la forme fonctionnelle (Gagné et Ouellette, 1998 et 2002). Les résultats diffèrent grandement selon les conditions retenues.

Notre contribution est double. Premièrement, nous créerons une base de données novatrice par sa capacité à englober l'ensemble des activités des hôpitaux; deuxièmement nous innoverons en généralisant le modèle de Aigner et Chu (1968) afin de mesurer l'inefficience des établissements de santé. En ce qui concerne la base de données, nous exploitons l'amélioration de la qualité des données financières et statistiques du Ministère de Santé et des Services Sociaux du Québec durant les dernières années ce qui nous a permis de construire une base de données originale pour la période 1981-2007 qui colle plus à la réalité des établissements de santé. Nous tenons compte de tous les intrants et nous considérons toute la gamme des services offerts par ces établissements. Pour la deuxième contribution, nous utilisons le modèle d'Aigner et Chu (1968) dans l'espace dual pour mesurer la performance des centres hospitaliers québécois. Ce modèle à l'avantage d'être moins dépendant des hypothèses et conditions statistiques imposées lors de l'utilisation des méthodes traditionnelles en économétrie, ce qui nous permettra d'aboutir à des résultats plus pertinents.

Le reste de ce travail comporte 4 sections. La prochaine section traite la question de mesure de performance. La section 3 décrit notre base de données et la spécification du modèle. La section 4 sera consacrée à la présentation des résultats. Nous finissons ce travail avec une conclusion qui fera l'objectif de la section 5.

3.2 Mesure de performance

3.2.1 Observations et Technologie

La mesure de performance de toute firme requiert des observations concernant ses activités. Ensuite, il faut exploiter ces informations de la meilleure façon afin de dégager un indicateur permettant de juger sa performance.

Dans la majorité des cas, la mesure de performance exige la décomposition des dépenses en prix et quantités. À titre d'exemple, le coût de la main d'œuvre devrait être scindé en heures travaillées, ce qui représente un indice de quantité, et le taux de salaire horaire représentant l'indice de prix. Cette décomposition devrait être faite pour les différentes dépenses de la firme ou l'hôpital dans notre cas. Nous aurons par conséquent des séries de prix et de quantité concernant tous les facteurs de production. Ainsi, pour chaque établissement i à la période t , p_{ijt} et x_{ijt} représentent les indices de prix et de quantité du poste de dépense j . La somme $C_{it} = \sum_{j=1}^J p_{ijt} x_{ijt}$ est le coût total de l'établissement i à la période (année) t . Il faut noter que les x_{ijt} sont des intrants variables qui forment le coût de fonctionnement de l'hôpital. Il existe en réalité d'autres intrants qui font parties intégrantes de l'établissement comme les immobilisations, les bâtiments et les terrains. De même le corps médical est un intrant nécessaire qui est souvent regroupé avec ces intrants. Nous désignons k_{imt} chacun de ces différents intrants.

Les intrants x_{ijt} et k_{imt} sont utilisés dans un processus de transformation pour produire des produits ou services (extrants) notés y_{ilt} , avec i représente l'établissement, t l'année et l le type de services de santé rendu. Il est important de mentionner que dans le secteur de santé, la gamme des services rendus est très complexe et varie d'un

établissement à l'autre. Il est pratiquement impossible d'incorporer tous les services individuellement. Il est donc incontournable de procéder à des regroupements (agrégations). Ces regroupements doivent être pertinents et refléter la nature des établissements et l'hétérogénéité des services rendus. Nous parlons plus en détails de ces regroupements dans la section réservée à la base de données.

En résumé, pour chaque établissement i à la période t , nous devons avoir des séries de prix p_{ijt} et de quantités x_{ijt} relatives à chaque intrant nécessaire pour son fonctionnement, des séries pour les intrants d'immobilisations et le corps médical, k_{imt} et des séries des différents types d'outputs (services rendus) y_{ilt} . Ainsi, les observations devraient nous permettre de définir le vecteur d'informations suivant :

$$(p_{ijt}, x_{ijt}, k_{imt}, y_{ilt}) \text{ pour tout } (i, j, l, m, t).$$

La problématique consiste à exploiter ce vecteur d'informations de la manière la plus efficace afin de déterminer un meilleur indicateur de performance. Cet indicateur servira pour comparer et caractériser la performance de chaque établissement de santé dans la province du Québec.

3.2.2 Mesures de performance

Le choix de la mesure de performance dépend des données dont nous disposons et les hypothèses à accepter. Toutefois, les mesures de performance peuvent être classées en deux catégories, soit les mesures basées sur les extrants et les mesures basées sur les intrants. Dans le premier cas, nous comparons les rapports extrants-intrants entre les établissements. Dans le deuxième cas, nous comparons les coûts des établissements pour un même niveau de services (même niveau d'extrants).

3.2.2.1 Mesures primales

Dans les mesures primales, nous avons besoin seulement des informations sur les quantités d'extrants et d'intrants (pas de prix). Il s'agit notamment du vecteur d'informations $(y_{ilt}, x_{ijt}, k_{imt})$ pour tout (i, j, l, m, t) . Nous considérons ainsi les établissements de santé comme étant des unités de production qui transforment les différents intrants en différents types d'extrants. Le processus de cette transformation requiert des connaissances et des technologies qui dépendent de l'établissement et du temps.

La fonction de transformation représente ce processus et nous la désignons comme suit :

$$f(y_{ilt}, x_{ijt}, k_{imt}, A_{it}) = 0.$$

Cette fonction de transformation est cruciale pour déterminer la frontière de possibilités de production. A_{it} est une variable de positionnement de l'établissement vis-à-vis des autres. Plus A_{it} est élevé, plus l'établissement est performant. Cette variable permet donc la comparaison de la performance d'un même établissement à des périodes différentes ou encore avec d'autres établissements.

3.2.2.2 Mesures duales

Les mesures duales sont basées sur les intrants. Dès lors, nous avons besoin des prix de ces intrants, p_{ijt} (prix des intrants reliés au fonctionnement de l'établissement). Le processus de transformation est dans ce cas représenté dans l'espace des prix et

paramétré sur les autres intrants k_{imt} et les quantités d'extrants y_{ilt} . La fonction obtenue est la fonction de coût représentée comme suit :

$$C = C \left((y_{ilt}), (p_{ijt}), (k_{imt}), B_{it} \right).$$

Cette fonction permet de déterminer la frontière des possibilités des coûts. B_{it} joue le même rôle que A_{it} dans le cas primal, sauf qu'ici plus B_{it} est faible, plus performant est l'établissement.

De même que pour les mesures primales, il est possible de procéder à des comparaisons de la performance des établissements entre eux et dans le temps dans l'espace dual

3.2.2.3 Définir l'inefficience

Les fonctions $f(.)$ et $C(.)$ définies dans les espaces primal et dual permettent de déterminer les frontières de possibilités de production et de coût respectivement. Ces frontières représentent l'ensemble des points efficaces. Ainsi, chaque établissement situé sur la frontière de production est efficace, c'est-à-dire possède une production efficace. De même, chaque établissement situé sur la frontière des coûts est considéré produire aux coûts efficaces.

L'inefficience est par définition la différence entre la production efficace et la production observée dans le cas primal et la différence entre le coût observé et le coût

efficient (optimal) dans le cas dual. Nous pouvons écrire ces deux relations comme suit¹¹ :

$$y_{it} = f(x_{it}, k_{it}, A_{it}) - I_{it} \quad (\text{primal})$$

$$C_{it} = C(y_{it}, p_{it}, k_{it}, B_{it}) + a_{it} \quad (\text{dual})$$

Avec I_{it} (a_{it}) l'inefficience de l'établissement i à l'année t dans le cas primal (dual).

Étant donné cette définition de l'inefficience, notre problématique revient à déterminer la frontière efficiente en premier lieu. Ensuite, il faut calculer les coûts de l'inefficience des différents établissements en faisant la différence entre cette frontière et les observations dont nous disposons.

Le graphique 3 illustre cet exercice pour le cas primal. La courbe concave en haut du graphique représente la frontière de production efficiente, alors que le nuage des points représente les observations des différents établissements. La distance entre chacun des points et la frontière est la mesure de l'inefficience. Dans ce cas, on a pris la distance verticale qui correspond au terme I dans la définition primale ci-haut. Naturellement, on peut refaire l'exercice dans le cas dual.

¹¹ Pour simplicité, nous présentons le modèle additif. Ouellette et Petit (2010) présentent le modèle multiplicatif.

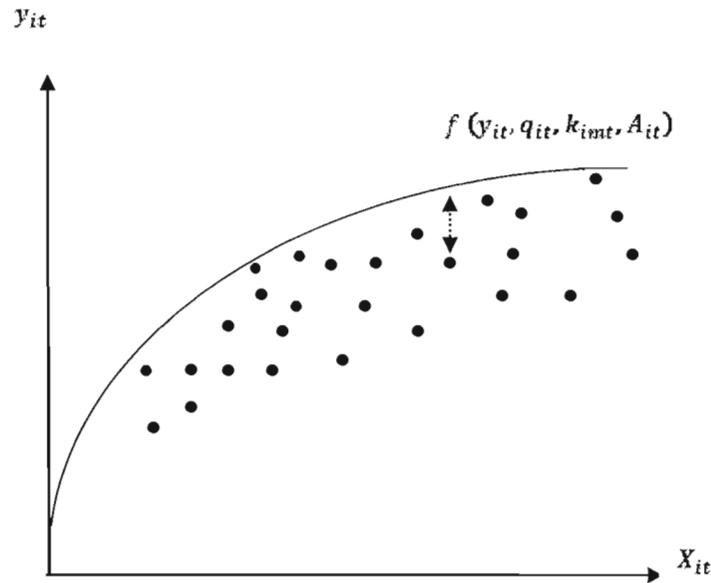


Figure 3.3 Frontière de production efficiente

Afin de résoudre cette problématique et arriver à mesurer la performance des firmes ou établissements, les économistes ont développé plusieurs méthodes qui diffèrent dans leurs hypothèses et résultats. Cependant, ces méthodes sont définies comme étant des façons différentes de calcul de la frontière efficiente de production ou de coût. Dans la section suivante, nous faisons une revue de ces méthodes.

3.2.3 Méthodes de calcul de la frontière

Les méthodes ou modèles de calcul de la frontière efficiente sont de trois catégories. Premièrement, les méthodes paramétriques qui sont des modèles statistiques. Les plus importantes méthodes parmi cette catégorie sont la méthode de frontières déterministes et la méthode des frontières stochastiques. Deuxièmement, nous trouvons la catégorie des méthodes non paramétriques (ou de recherche opérationnelle). La plus connue est la méthode DEA (*Data Envelopment Analysis*). La troisième catégorie englobe des

méthodes semi-paramétriques. Le modèle d'Aigner et Chu (1968) est représentant de cette catégorie.

Nous présentons ces méthodes de calcul de frontière dans l'ordre.

3.2.3.1 La méthode de frontière de production déterministe

La frontière de la fonction de production ou son dual, la frontière de la fonction des coûts, est un modèle de régression basé sur la théorie stipulant que la fonction de production (fonction de coûts) est un idéal qui représente la quantité maximale d'outputs réalisable étant donné une quantité d'inputs, ou le coût minimum de production de cette quantité d'outputs étant donné les prix des inputs. L'estimation de la frontière de production ou de coût est une application qui suppose qu'aucune observation n'excède l'idéal sauf à un terme d'erreur de mesure près de moyenne nulle. La littérature sur les frontières de production ou de coûts date de Shephard (1953), Debreu (1951) et Farrell (1957). Ce dernier stipule que nous pouvons analyser l'efficacité technique en termes de déviation par rapport à la frontière idéale (isoquante idéale). Par conséquent, l'inefficacité est définie par les perturbations dans un modèle de régression.

Dans l'espace primal, nous supposons qu'il existe une fonction de production conforme à la théorie économique, spécialement, monotone, continue et quasi-concave. Les prix des intrants sont aussi considérés exogènes. Dans le cas à un output, Green (2007) suppose que la fonction de production de la firme i au temps t s'écrit comme suit :

$$y_{it} = f_{it}(x_{it}, k_{it}).$$

Selon cette approche, il ne peut y avoir d'inefficience. Chaque firme est supposée se situer sur sa frontière technologique. L'analyse de l'inefficience ne peut être que comparative. On se demande si les firmes possèdent la même frontière technologique. Si oui, la technologie se ramène à :

$$y_{it} = f(x_{it}, k_{it}).$$

On remarque que les indices i et t n'affectent plus la fonction f .

Par contre, si les technologies ne sont plus identiques et que l'on suppose que les technologies ne diffèrent que par une constante, il s'ensuit :

$$y_{it} = S_{it} + f(x_{it}, k_{it}).$$

Le coefficient S sert à positionner les frontières individuelles les unes par rapport aux autres. On peut estimer cette technologie à l'aide de techniques de régression simples en introduisant des dichotomiques de firmes et de période ainsi qu'un terme d'erreur standard. Cette méthode est connue sous le nom de COLS (*Corrected Ordinary Least Squares*) (voir Barbetta *et al.*, 2007 ; Bilodeau *et al.*, 2000, 2002 et 2009 ; et Giokas, 2001) :

$$y_{it} = S_{it} + f(x_{ijt}, k_{imt}) + \varepsilon_{it}.$$

Naturellement, on peut aussi procéder du côté dual en estimant une fonction de coût variable :

$$C_{it} = w_{it} + C(p_{ijt}, k_{imt}, y_{it}) + \varepsilon_{it}.$$

On peut introduire un terme de tendance pour incorporer le changement technologique.

La méthode de frontière déterministe a plusieurs avantages notamment, elle permet l'intégration de plusieurs variables, comme les inputs quasi-fixes, et l'application des outils économétriques standards comme les MCO. De même, il est possible de procéder à des analyses économiques comme l'étude des rendements d'échelle et des élasticités de substitution ainsi que le changement technologique.

Cette méthode comporte toutefois certains inconvénients. Premièrement, elle nécessite le choix d'une forme fonctionnelle pour la fonction de production efficiente ou la fonction de coût efficient. Cela n'est pas sans impact et pourrait influencer les résultats (Gagné et Ouellette, 1998 et 2002). De plus, il faut vérifier que le modèle estimé respecte la théorie économique. Deuxièmement, le terme d'efficience relative est traité comme une dichotomique modifiant seulement la constante. Cela signifie que nous devons mettre des hypothèses sur la distribution de ces termes. Ainsi, les résultats obtenus seront conditionnés sur ces hypothèses. Finalement, la méthode de frontière déterministe suppose que chaque firme est efficiente pour toutes les périodes. Cette hypothèse est trop forte et explique le rejet de cette méthode.

3.2.3.2 La méthode de frontière de production stochastique

Les modèles de frontière de production stochastique sont introduits par Aigner, Lovell et Schmidt (1977) et Meeusen et Broeck (1977). Ces modèles représentent un avancement par rapport aux modèles de frontière déterministe. Ils prennent en considération des facteurs externes à l'établissement mais qui peuvent avoir un impact sur sa production ou ses coûts. C'est notamment le cas des conditions imprévues du marché. Ainsi, une partie de la déviation de la production ou du coût de l'établissement

par rapport à l'optimum est due à des conditions non contrôlables par ce dernier. Ce phénomène est incorporé dans le modèle de la manière suivante :

- Espace primal

$$y_{it} = f(x_{it}, k_{it}) \times TE_{it}.$$

Toutes les variables ainsi que la fonction de production ont la même interprétation que le modèle de frontière déterministe. Dans le cas d'une firme efficiente, $TE = 1$, sinon TE est inférieur à 1 (et supérieur à 0).

- Espace dual

$$C_{it} = C(p_{ijt}, k_{imt}, y_{it}) \times IF_{it}.$$

Dans ce cas, IF est supérieur à 1 en présence d'inefficience.

En prenant le log des deux côtés et en rajoutant un terme d'erreur standard, nous aurons pour la firme i au temps t :

$$\ln y_{it} = \ln f(x_{it}, k_{it}) + \ln TE_{it} + \varepsilon_{it}$$

ou

$$\ln C_{it} = \ln C(p_{it}, k_{it}, y_{it}) + \ln IF_{it} + \varepsilon_{it}.$$

Le terme d'inefficience est traité comme un terme d'erreur (unilatère) et on obtient un modèle à erreurs composées. L'estimation du modèle de frontière stochastique, que ce soit dans sa forme primale ou duale, dépend largement des hypothèses faites sur les

deux termes d'erreurs $\ln TE_{it}$ et ε_{it} ($\ln IF_{it}$ et ε_{it} dans le cas dual). De manière générale, les applications font les hypothèses suivantes :

- pas d'erreur de mesure sur l'output ;
- $TE_{it}^{\text{iid}} \sim (\mu, \sigma_{\mu}^2)$, (IF dans le cas dual) les termes d'inefficience sont identiquement et indépendamment distribués selon une loi normale tronquée de moyenne μ et de variance σ_{μ}^2 ;
- $\varepsilon^{\text{iid}} \sim (0, \sigma_{\varepsilon}^2)$, les termes d'erreurs sont identiquement et indépendamment distribués selon une loi normale de moyenne 0 et de variance σ_{ε}^2 .

La méthode de frontière stochastique est une amélioration de la méthode déterministe. En plus des avantages énumérés pour cette dernière, elle a l'avantage d'inclure les facteurs autres que l'inefficience pouvant affecter la production ou les coûts de l'établissement. Du côté des inconvénients, ils sont pratiquement les mêmes que la méthode de frontière déterministe, voir la nécessité du choix de forme fonctionnelle et ses implications, la dépendance des résultats obtenus avec les hypothèses faites sur les termes d'erreurs et d'inefficience.

Les problèmes liés à ces méthodes paramétriques expliquent l'émergence et le succès des méthodes non paramétriques en l'occurrence la méthode DEA.

3.2.3.3 Data Envelopment Analysis

Cette méthode, basée sur l'idée de Farrell (1957), est non-paramétrique et donc ne nécessite pas beaucoup d'hypothèses. En d'autres termes, elle ne nécessite pas des choix sur la forme fonctionnelle ou d'hypothèses sur les distributions des termes d'erreurs. Le lien entre les outputs et les inputs est déterminé uniquement à partir des

observations et d'hypothèse de libre-disposition, ce qui explique l'émergence de cette méthode.

Généralement, la méthode DEA essaie de tracer une frontière pour recouvrir toutes les observations des différents établissements. Aucune observation ne peut dépasser la frontière. Cette méthode se repose sur de simples hypothèses économiques à savoir la libre disposition des inputs, la libre disposition des outputs et la convexité de l'ensemble. En se basant seulement sur les deux premières hypothèses, nous retrouvons le modèle de FDH (*Free Disposal Hull*). Ce modèle consiste à construire une frontière de coût (ou de production, selon l'espace choisi) sous forme de marches d'escalier. L'hypothèse de convexité permet d'avoir une relation linéaire par segment reliant les points extérieurs de la frontière. Nous trouvons alors le modèle DEA proposé au début par Charnes *et al.* (1978).

Le graphique 3.5 suivant illustre ces modèles, dans le cas d'un output et 2 inputs. Le cas représenté correspond à une isoquante.

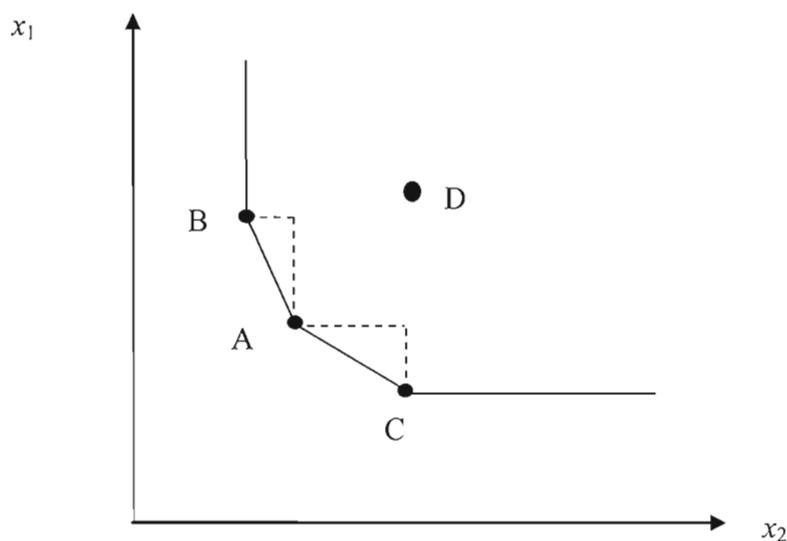


Figure 3.5 : Frontière de production linéarisée

Comme nous le constatons, l'établissement représenté par le point D n'est pas situé sur la frontière de production. Pour déterminer l'inefficience relative à cette situation, il suffit de chercher la meilleure combinaison d'inputs parmi celles des établissements qui ont produit au moins autant que l'établissement en question (le point C dans ce cas). En d'autres termes, c'est la combinaison d'inputs qui coûtent la moins chère.

Mathématiquement, il faut résoudre le problème suivant pour chaque établissement $i = 1, \dots, I$:

$$C(p, k, y) = \min_{x_t^i} \sum_{j=1}^J p_{jt}^i x_{jt}^i$$

Sujet à :

$$\sum_{l=1}^I \lambda_l y_{nt}^l \geq y_{nt}^i \text{ pour tout output } n \text{ (libre disposition d'outputs)}$$

$$\sum_{l=1}^I \lambda_l x_{st}^l \geq x_{st}^i \text{ pour tout input variable } s \text{ (libre disposition en inputs variables)}$$

$$\sum_{l=1}^I \lambda_l k_{mt}^l \geq k_{mt}^i \text{ pour tout input quasi - fixe } m \text{ (libre disposition en inputs quasi - fixes)}$$

$$\sum_{l=1}^I \lambda_l = 1 \text{ (hypothèse de convexité)}$$

L'inefficience relative à l'établissement D est donnée par l'écart entre le coût observé et le coût minimum théorique.

Le grand avantage des méthodes DEA par rapport aux autres méthodes de calcul de frontière efficiente réside dans leur simplicité. Aucune hypothèse ou condition n'est

exigée pour une forme fonctionnelle ou des termes d'erreurs. De même, il n'est pas nécessaire de valider le modèle selon la théorie économique. Cependant, la méthode DEA a aussi quelques lacunes. Premièrement, elle nécessite un grand nombre d'observations et elle est sensible aux données extrêmes. Deuxièmement, elle a des lacunes quant au calcul des intervalles de confiance. Malgré quelques avancées sur ce point, notamment le recours à des méthodes de bootstrap (Simar et Wilson, 1998), la validation de ces intervalles reste problématique. La méthode DEA ne permet pas de tester la théorie (rendement d'échelle, élasticités, etc.). Finalement, cette méthode pose des problèmes pour le calcul des mesures de la technologie étant donné que la frontière est non différentiable aux points d'intérêt (aux coudes de la frontière).

Le modèle d'Aigner et Chu (1968) représente une alternative aux inconvénients de la méthode DEA.

3.2.3.4 Modèle de Aigner et Chu (1968)

Le modèle de Aigner et Chu (1968) est un modèle semi-paramétrique du moment où il combine les méthodes paramétriques, notamment le choix d'une forme fonctionnelle, avec des techniques non paramétriques à savoir la programmation linéaire.

Les auteurs ont proposé une fonction de production log-linéaire (Cobb-Douglas) comme suit :

$$y_i = Ax_{1i}^{\beta_1} x_{2i}^{\beta_2} TE_i.$$

Avec y_i la quantité d'outputs produite, x_1 et x_2 sont les inputs et TE_i représente le degré d'efficacité qui est défini comme un terme d'erreur aléatoire entre 0 et 1. Si nous prenons le log de cette fonction, nous aurons :

$$\begin{aligned} \ln y_i &= \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_{ji} + \ln TE_i \\ &= \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_{ji} - \mu_i \end{aligned}$$

Où $\alpha = \ln A$ et $-\mu = \ln TE_i$ représente l'inefficacité dans ce modèle. La partie non stochastique ($\alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_{ji}$) est la frontière de fonction de production déterministe.

Notons qu'Aigner et Chu supposent qu'il n'y a pas d'erreurs de mesure. Aussi, ils proposent aussi deux méthodes légèrement différentes pour déterminer les coefficients du modèle tout en imposant la non négativité des termes μ_i . Ces deux méthodes traitent le terme d'inefficacité comme un terme d'erreur. Selon le critère retenu, on obtient :

Minimisation de la somme des erreurs (programmation linéaire) :

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \text{ sujet à } \ln y_i - \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_{ji} \leq 0 \forall i; \quad \text{et}$$

Minimisation des erreurs au carré (programmation quadratique) :

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 \text{ sujet à } \ln y_i - \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_{ji} \leq 0 \forall i$$

Les termes d'inefficience sont faciles à récupérer avec ces méthodes et par conséquent la comparaison des établissements est possible. Comme le terme d'erreur est toujours de même signe, il est inutile de prendre les erreurs au carré et la simple minimisation de la somme des erreurs suffit simplifiant d'autant la résolution du problème.

Le grand avantage du modèle d'Aigner et Chu est qu'il regroupe les avantages de la méthode DEA et ceux des modèles statistiques. Ainsi, le recours à la programmation linéaire, comme dans la méthode DEA, évite la nécessité de faire des hypothèses sur les termes d'erreurs et leurs distributions. Aussi, il est possible de mesurer les caractéristiques technologiques selon les approches classiques (en supposant une frontière différentiable) : économies d'échelles, élasticités de substitution, etc., comme dans les modèles statistiques. Cependant, le modèle d'Aigner et Chu (1968) exige le choix d'une forme fonctionnelle (Cobb-Douglas dans ce cas), ce qui a des implications sur les résultats. C'est un inconvénient commun avec les modèles statistiques.

Nous avons présenté les principales méthodes de calcul de la frontière de production et de coûts. Il existe d'autres méthodes que nous n'avons pas couvertes comme les indices de Malmquist. Une revue détaillée sur les différentes méthodes est disponible dans Ouellette et Petit (2010).

Pour la suite du présent travail, nous allons considérer une version modifiée du modèle d'Aigner et Chu (1968). Nous pensons que ce modèle n'a pas suscité beaucoup

de travaux malgré qu'il ait beaucoup d'avantages comme nous venons de le voir. Il reste du travail à faire avec ce modèle notamment dans l'espace dual.

3.3 Base de données et spécification du modèle

Notre base de données est constituée des hôpitaux québécois. Plus spécifiquement, nous retenons les centres hospitaliers qui offrent principalement des services de soins de courte durée durant la période entre 1981-82 et 2007-08. Il s'agit de la même base de données que Bilodeau (1996) que nous avons mise à jour. Les données proviennent notamment des rapports financiers AS-471 et des rapports statistiques AS-477 que les hôpitaux doivent déposer chaque année auprès du Ministère de santé et des services sociaux. La banque de données comprend au départ 121 hôpitaux. Cependant, 9 observations ont été éliminées par Bilodeau pour données inexistantes ou incohérentes. De plus, 9 autres hôpitaux ont fermé leurs portes ou ont changé d'activités en 1997 et 1999.

Tel que mentionné, les établissements de santé utilisent un grand nombre d'inputs (travailleurs, équipements médicaux et non médicaux, matières premières, etc.) pour produire une grande variété de services (soins généraux, spécialités, chirurgies, etc.), ce qui implique un grand nombre de variables que nous devons utiliser. Afin de rendre le travail plus pratique et pouvoir réaliser des estimations, il est incontournable de procéder à des agrégations.

3.3.1 Variables

Nous avons gardé seize variables au total, soit huit inputs et huit outputs. Les inputs peuvent être regroupés en deux catégories : les inputs variables et les inputs quasis-fixes.

3.3.1.1 Inputs variables

Ce sont des entrants sur lesquels la direction des hôpitaux exerce un contrôle direct. Ainsi, il est possible d'ajuster la quantité de ces entrants à court terme. Pour chaque entrant, nous avons besoin de connaître la dépense totale, la quantité et le prix. Malheureusement ces informations ne sont pas toutes disponibles et nous trouvons seulement la dépense totale dans la majorité des cas. Dans ces cas, nous faisons recours à d'autres moyens pour déterminer les prix et les quantités. Ainsi, nous utilisons les indices de prix publiés par Statistiques Canada et pour certaines variables nous utilisons des indices de Fisher afin de procéder à des agrégations. Les inputs variables retenus sont :

- 1- Main d'œuvre : nous avons directement accès au nombre d'heures travaillées et de la dépense en salaires incluant les avantages et les bénéfices sociaux. Le taux de salaire moyen découle du ratio de la deuxième variable sur le premier.
- 2- Médicaments : La banque de données nous donne les dépenses totales en médicaments. L'indice de prix utilisé est l'indice de prix des médicaments et produits pharmaceutiques de Cansim. La quantité s'obtient en divisant la dépense par le prix.
- 3- Denrées alimentaires : ce sont les dépenses pour alimentation des patients. L'indice de prix est celui des aliments achetés au restaurant incluant les boissons non-alcoolisées de Cansim. La démarche est la même que pour les médicaments.
- 4- Fournitures : ce sont les dépenses en fournitures médicales et chirurgicales. L'indice de prix est celui des articles d'ameublement de Cansim. La démarche est la même que pour les médicaments.

- 5- Énergie : il s'agit des dépenses en énergie (électricité, gaz naturel, vapeur...). Pour l'électricité et les combustibles d'huile et de gaz naturel, nous disposons de l'information sur la dépense totale et la quantité. Toutefois, pour les achats de chauffage et vapeur, seule la dépense totale est disponible, ce qui rend nécessaire l'utilisation de l'indice de Fisher à partir des prix et quantités de l'huile, gaz et de l'électricité. L'indice obtenu sera représentatif de l'input énergie.
- 6- Autres inputs : ce sont toutes les autres dépenses variables. Nous prenons le déflateur de la demande intérieure comme indice de prix.

3.3.1.2 Inputs quasi-fixes

Ce sont des intrants non-discrétionnaires sur lesquels les directions des hôpitaux n'ont pas de contrôle direct à court terme. Cela est dû des fois à des raisons légales ou politiques (politique régionale, obligation de répondre à la demande de soins, ...), mais aussi à la nature du fonctionnement du système qui met les médecins sous le contrôle du Conseil des médecins, dentistes et pharmaciens (CMDP) de chacun des hôpitaux et non sous le contrôle direct de la direction générale des hôpitaux. Les inputs quasi-fixes retenus sont :

- 1- Les médecins : nous avons deux types de médecins, soit les spécialistes et les omnipraticiens. Le nombre de ces médecins est fourni par la Régie de l'Assurance-Maladie du Québec (RAMQ) suite à une demande directe soumise aux seules fins de la thèse.
- 2- Bâtiments : il s'agit de la superficie en mètre carré.
- 3- Équipements : il s'agit des dépenses en équipements de bureau. La méthode utilisée est celle de l'inventaire perpétuel : $E_{t+1} = E_t (1 - \delta) + I_t$, avec E la quantité d'équipement, δ le taux de dépréciation (égal à 0,11) et I la quantité

d'investissement en équipement (différence entre le solde final et le solde initial des dépenses en équipements divisée par le prix des fournitures de bureau). L'investissement est fourni par les rapports financiers.

3.3.1.3 Les outputs

Pour les économistes, les outputs en santé posent toujours un problème. Ces économistes ont l'habitude de travailler avec des biens ou services qui s'échangent entre agents. Or, la santé n'est pas un bien ou service qui a de telles caractéristiques. Il est difficile de définir ce qu'est la santé, avant même de la mesurer. Auparavant, la santé était définie comme étant ne pas être malade ou blessé. Avec le développement de la médecine, la définition s'est élargie pour englober les troubles mentaux : être en santé c'est aussi ne pas avoir de problème de santé mentale. Plus encore, la psychologie s'est développée et on évoque souvent des notions de bien-être psychologique et même le bien-être social. Ainsi, la définition inclut non seulement l'état physique, mais aussi la pensée ou l'état intellectuel et l'interaction avec la société ou le milieu. Nous le constatons bien, si nous ne limitons pas la définition de santé, nous serons certainement sur un chemin infini. C'est pour cette raison que les économistes essaient de trouver une manière de traiter la question. Puisqu'il s'agit toujours des questions de rétablissement de la santé et de prévention (traitements, médicaments, santé publique, vaccination, natalité, etc.), il est avantageux de voir tous ces facteurs comme étant des biens intermédiaires servant à produire des soins de santé permettant d'améliorer la santé des consommateurs (patients). Ainsi, les hôpitaux produisent des soins de santé et non de la santé. Cela rend possible de quantifier ces biens ou services et les économistes peuvent utiliser leurs outils appropriés (Ouellette, 2007).

C'est dans ce sens que nous retenons quatre catégories d'outputs quantifier les services offerts par les hôpitaux québécois, comme suit :

1. Les patients hospitalisés : nous avons retenu trois variables pour les patients hospitalisés à savoir :
 - Nombre de jours présences pour l'ensemble des unités de soins de chaque hôpital.
 - Indice de diversité pour les patients hospitalisés : c'est le nombre d'unités de soins offertes dans chaque hôpital.
 - Indice de complexité des cas traités : nous utilisons la formule suivante pour chaque hôpital s :
 -

$$\sum_{i=1}^{11} \left\{ \frac{\sum_{h=1}^n \text{coût total}_{ih}}{\sum_{h=1}^n \text{nb de jours présences}_{ih}} \cdot \frac{\text{nb de jours présences}_{is} * 100}{\sum_{i=1}^{11} \text{nb de jours présences}_{is}} \right\}$$

Où i représente les spécialités et h les hôpitaux. La première partie est le coût unitaire moyen de chaque unité de soins dans l'ensemble des hôpitaux. La deuxième partie représente pour chaque hôpital, le poids relatif de chaque unité de soins.

2. Les cliniques externes : de façon identique aux patients hospitalisés, nous avons déterminé trois variables aussi pour les cliniques externes.
 - Le nombre de visites des patients externes.
 - Indice de diversité des cliniques externes : c'est le nombre de cliniques externes de chaque hôpital.

- Indice de complexité des cliniques externes : il est calculé de la même manière que pour les patients hospitalisés, sauf que le nombre de jours présences est remplacé par le nombre de visites des patients externes.
- 3. Service de buanderie et de cafétéria : un indice de Fisher est calculé pour agréger les quantités produites par ces deux services.
- 4. Autres services : nous avons calculé un indice de Fisher pour un ensemble de centres d'activités reliés aux unités de soins internes, entre autres les laboratoires, la médecine nucléaire, les traitements de radiothérapie et physiothérapie, etc.

3.3.2 Spécification du modèle

Nous avons choisi de nous baser sur le modèle d'Aigner et Chu (1968). Nous avons adapté ce modèle pour une fonction de coût (dual) plutôt que de production (primal) telle que développé par Aigner et Chu. Nous avons aussi intégré des inputs fixes dans la fonction de coûts. Ainsi, le modèle multi-inputs-outputs que nous retenons est le suivant :

$$C_i = A \prod_j^J p_{ij}^{\beta_{pj}} \prod_q^Q k_{iq}^{-\beta k_q} \prod_m^M y_{im}^{\beta y_m} TE_i.$$

Avec C_i le coût observé de l'hôpital i , A une constante, p_{ij} le prix de l'input variable j ($j=1, \dots, J$), k_{iq} l'input fixe q ($q=1, \dots, Q$), y_{im} l'output m ($m=1, \dots, M$), et $TE_i \geq 1$ représente l'efficacité de l'hôpital i .

En prenant le log des deux côtés, le modèle devient log-linéaire :

$$\ln C_i = \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_{pj} \ln p_{ij} - \sum_{q=1}^Q \beta_{kq} \ln k_{ij} + \sum_{m=1}^M \beta_{ym} \ln y_{im} + \varepsilon_i$$

où $\varepsilon_i = \ln TE_i$ représente le terme d'erreur qui doit être non-négatif pour tout $i=1, \dots, n$ (nous supposons qu'il n'y a pas d'erreurs de mesure comme Aigner et Chu).

La résolution de ce problème requiert évidemment un critère de décision. Nous avons mentionné dans la description du modèle original d'Aigner et Chu que ces derniers suggèrent deux techniques à savoir la programmation linéaire et la programmation quadratique. Nous avons opté pour la programmation linéaire et notre problème devient :

$$\text{Min}_{\alpha, \beta} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i$$

Sujet à :

$$\ln C_i - \alpha - \sum_{j=1}^J \beta_{pj} \ln p_{ij} + \sum_{q=1}^Q \beta_{kq} \ln k_{ij} - \sum_{m=1}^M \beta_{ym} \ln y_{im} \leq 0 \quad \forall i.$$

Si nous avons n hôpitaux, nous devons résoudre le problème comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\alpha, \beta} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i = & \sum_{i=1}^n \ln C_i - n\alpha - \sum_{j=1}^J \beta_{pj} \sum_{i=1}^n \ln p_{ij}^{obs} + \sum_{q=1}^Q \beta_{kq} \sum_{i=1}^n \ln k_{iq}^{obs} \\ & - \sum_{m=1}^M \beta_{ym} \sum_{i=1}^n \ln y_{im}^{obs} \end{aligned}$$

Sujet à :

$$\ln C_i - \alpha - \sum_{j=1}^J \beta_{pj} \ln p_{ij} + \sum_{q=1}^Q \beta_{kq} \ln k_{ij} - \sum_{m=1}^M \beta_{ym} \ln y_{im} \leq 0 \quad \forall i$$

$$\sum_{i=1}^N \beta_{pj} = 1; \text{ (homogénéité de degré 1 de la fonction de coût en } p\text{).}$$

$$\alpha \geq 0; \beta_{pj} \geq 0; \beta_{kq} \geq 0; \beta_{ym} \geq 0 \quad \forall j, q \text{ et } m;$$

Il s'agit en fait de minimiser une fonction d'objectif soumise à n contraintes, en plus de la non-négativité des coefficients et l'homogénéité dans les prix des inputs variables.

À partir de la fonction de coût, il est possible de tester certains indicateurs de performance comme les rendements d'échelle et de diversification ainsi que la flexibilité dans le choix des intrants et des extrants.

3.3.3 Tests de la théorie

La fonction de coût doit être monotone non décroissante dans les prix et les extrants et monotone non croissante dans les inputs quasi-fixes. De même, elle doit être homogène de degré 1 en p . Ces conditions signifient que les dérivées de la fonction de coût par rapport aux prix et extrants doivent être positives alors que celles par rapport aux médecins, équipements et bâtiments devraient être négatifs. Pour l'homogénéité, la somme des *bêtas* relatifs aux prix devrait égaler 1. Nous résumons ces conditions comme suit :

$$\beta_{pj} \geq 0; \beta_{kq} \geq 0; \beta_{ym} \geq 0; \quad \forall j, q \text{ et } m;$$

et $\sum_{i=1}^N \beta_{pj} = 1$ (homogénéité de degré un en p)

De plus, la fonction de coût doit être concave en p et convexe en k . Pour la concavité, les valeurs propres de la Hessienne en p doivent être négatives.

$\left[\frac{\partial^2 C}{\partial p_i \partial p_j} \right]$ est définie négative. Cela veut dire que $\frac{\beta_{pi} (\beta_{pi} - 1)}{p_i p_i} \leq 0$, ce qui implique les β_{pi} doivent être non négatifs et inférieurs à 1 :

$$0 \leq \beta_{p1} \leq 1; \quad 0 \leq \beta_{p2} \leq 1; \quad 0 \leq \beta_{p3} \leq 1; \quad 0 \leq \beta_{p4} \leq 1;$$

En ce qui concerne les inputs quasi-fixes, la convexité implique que la matrice des valeurs propres soit définie positive.

$\left[\frac{\partial^2 C}{\partial k_i \partial k_j} \right]$ soit définie positive. Ainsi, $\frac{\beta_{ki} \beta_{kj}}{k_i k_j} C \geq 0$, donc $\beta_{ki} \beta_{kj} \geq 0$ ce qui implique que tous les β_{ki} doivent être non négatifs :

$$\beta_{k1} \geq 0; \quad \beta_{k2} \geq 0; \quad \beta_{k3} \geq 0; \quad \beta_{k4} \geq 0;$$

Notons que les différentes conditions de la théorie économiques sont imposées par le programme linéaire.

3.3.4 Mesures de la technologie

3.3.4.1 Rendements d'échelle

Les rendements d'échelle servent à vérifier si l'échelle de production de l'établissement est optimale. Ils mesurent l'impact d'une hausse de tous les intrants sur

les extrants. Nous pouvons distinguer les mesures de rendements d'échelle de court terme ainsi que de long terme comme suit :

$$RE_{ct} = \left(\sum_{j=1}^J \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y_j} \right)^{-1}$$

$$= 1 / (\beta_{y1} + \beta_{y2} + \beta_{y3} + \beta_{y4})$$

$$RE_{lt} = \left(1 - \sum_{l=1}^L \frac{\partial \ln C}{\partial \ln k_l} \right) / \left(\sum_{j=1}^J \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y_j} \right)$$

$$= [1 - (\beta_{k1} + \beta_{k2} + \beta_{k3} + \beta_{k4})] / (\beta_{y1} + \beta_{y2} + \beta_{y3} + \beta_{y4}).$$

Si $RE_{ct} < 1$ (> 1), alors il faut réduire (augmenter) les intrants variables afin de réduire le coût moyen. De même, si $RE_{lt} > 1$ (< 1), alors il est préférable d'augmenter (réduire) les intrants variables et fixes. L'échelle de production est optimale lorsque $RE_{lt} = 1$.

En ce qui concerne la taille optimale de l'établissement, il faut comparer le prix de marché du capital avec son prix implicite. Si ce dernier est inférieur (supérieur) au prix de marché, alors l'établissement est surcapitalisé (sous-capitalisé).

3.3.4.2 Économies de diversification

Ce concept mesure l'économie liée à la production de plusieurs services simultanément plutôt que de services individualisés. Nous parlons d'économies de diversification si le coût d'un hôpital multiservices est moins élevé que plusieurs hôpitaux spécialisés offrant la même gamme de services. Nous pouvons mesurer les économies de diversification en comparant le coût résultant de l'augmentation

simultanée de tous les extrants à la somme des coûts résultant de l'augmentation de la production de chaque extrant individuellement. Formellement, il faut que :

$$C(y_1 + \Delta y_1, \dots, y_l + \Delta y_l) - C(y_1, \dots, y_l) < \sum_{i=1}^l C(y_{-i}, y_i + \Delta y_i) - nC(y_1, \dots, y_l)$$

où y_{-i} représente le vecteur des extrants autres que y_i .

Avec une approximation de deuxième ordre de ces fonctions autour du point (y_1, \dots, y_l) et en manipulant les termes, nous pouvons écrire :

$$\sum_i \sum_j C_{ij} \Delta y_i \Delta y_j < 0; \quad \text{en termes de bêtas cela donne}$$

$$\sum_i \sum_j \frac{\beta_{y_i} \cdot \beta_{y_j}}{y_i \cdot y_j} \Delta y_i \Delta y_j < 0$$

avec $i \neq j$ et $\Delta y_i > 0$ pour tout i . Une condition suffisante sera $C_{ij} < 0$ pour tout $i \neq j$.

Si nous arrivons à ce résultat, alors il sera préférable de regrouper les services dans les hôpitaux.

3.3.4.3 Flexibilité dans le choix des extrants

Le but est de mesurer la capacité des hôpitaux à réagir suite à des changements de leur environnement. La mesure retenue est la mesure de la flexibilité dans le choix des extrants. En d'autres termes, nous mesurons la capacité de l'hôpital à s'adapter à des variations de la demande, c'est-à-dire dans les services offerts. Cela revient à mesurer l'impact de la variation du niveau de production sur la structure du coût de l'hôpital. Dans ce sens, Crémieux *et al.* (2005) ont développé des mesures de flexibilité

permettant de voir l'impact de la variation de la demande des extrants sur la courbure du coût moyen. Ils utilisent deux formules différentes comme suit :

$$Flex^{ct} = C \left\{ \sum_i \sum_j [\beta_{yi} \cdot \beta_{yj} - \delta_{ij} \beta_{yi}] - 2 \left(\sum_i \beta_{yi} - 1 \right) \right\}$$

$$Flex^{lt} = Flex^{ct} \left\{ 1 + \sum_i \beta_{km} \right\}$$

avec i et j les indices d'extrants, m l'indice d'inputs quasi-fixes, et $\delta_{ij} = 1$ si $i = j$ et 0 autrement.

La première formule mesure la courbure du coût variable moyen (les coûts fixes ne changent pas à court terme) alors que la deuxième formule mesure la courbure du coût total moyen étant donné que tous les coûts deviennent variables à long terme. Notons que plus ces mesures sont élevées, moins grande est la capacité de l'hôpital de s'adapter aux modifications de la demande, c'est-à-dire que le coût moyen (variable ou total) s'accroît de façon importante dans ce cas.

3.4 Résultats

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel **SAS** en utilisant la procédure de programmation linéaire (**Proc LP**). Afin de prendre en considération le changement technologique, nous avons choisi de résoudre le modèle pour chaque année. Le tableau suivant représente les bêtas du calcul par année.

Tableau 1 : les Bêtas obtenus avec le calcul de la programmation linéaire

A n n é e	α	β_{y_1}	β_{y_2}	β_{y_3}	β_{y_4}	β_{p_1}	β_{p_1}	β_{p_3}	β_{k_1}	β_{k_2}	β_{k_3}	β_{k_4}	β_{indi}	β_{divi}	β_{indo}	β_{divo}
81	8,9	0,77	0,000	0,05	0,135	1,00	0,00	0,00	0,000	0,0000	0,000	0,0000	0,13	0,00	0,0000	0,009
82	8,4	0,78	0,000	0,09	0,100	0,82	0,00	0,18	0,007	0,0562	0,000	0,0000	0,22	0,00	0,0047	0,000
83	2,9	0,83	0,028	0,08	0,029	0,00	1,00	0,00	0,014	0,0000	0,000	0,0000	0,93	0,00	0,0000	0,000
84	2,1	0,88	0,000	0,10	0,002	0,00	0,00	1,00	0,024	0,0000	0,000	0,0000	1,02	0,00	0,0305	0,000
85	2,9	0,84	0,000	0,04	0,020	0,19	0,81	0,00	0,036	0,0000	0,000	0,0000	0,83	0,44	0,0000	0,012
86	6,7	0,75	0,005	0,02	0,063	0,94	0,00	0,06	0,000	0,0000	0,000	0,0000	0,49	0,43	0,0000	0,000
87	7,7	0,74	0,001	0,02	0,161	1,00	0,00	0,00	0,063	0,0000	0,000	0,0000	0,40	0,34	0,0000	0,000
88	8,0	0,75	0,002	0,02	0,157	1,00	0,00	0,00	0,051	0,0000	0,000	0,0000	0,32	0,32	0,0000	0,000
89	8,1	0,72	0,005	0,01	0,153	1,00	0,00	0,00	0,078	0,0000	0,000	0,0000	0,39	0,37	0,0000	0,000
90	8,8	0,69	0,002	0,02	0,143	1,00	0,00	0,00	0,006	0,0000	0,000	0,0000	0,31	0,30	0,0000	0,000
91	8,8	0,68	0,004	0,00	0,152	1,00	0,00	0,00	0,009	0,0000	0,000	0,0000	0,32	0,31	0,0000	0,000
92	8,3	0,72	0,000	0,01	0,118	1,00	0,00	0,00	0,013	0,0000	0,000	0,0000	0,33	0,31	0,0050	0,000
93	3,9	1,07	0,004	0,00	0,027	1,00	0,00	0,00	0,015	0,0000	0,000	0,0000	0,51	0,00	0,0000	0,022
94	8,7	0,69	0,010	0,01	0,178	1,00	0,00	0,00	0,026	0,0000	0,000	0,0000	0,46	0,00	0,0000	0,000
95	12,6	0,56	0,000	0,18	0,181	1,00	0,00	0,00	0,014	0,0143	0,000	0,0091	0,03	0,06	0,0000	0,156
96	10,7	0,60	0,000	0,25	0,161	1,00	0,00	0,00	0,025	0,0000	0,000	0,0004	0,05	0,07	0,0000	0,447
97	10,2	0,61	0,000	0,19	0,240	1,00	0,00	0,00	0,010	0,0057	0,002	0,0000	0,31	0,19	0,0000	0,092
98	9,4	0,53	0,064	0,25	0,226	1,00	0,00	0,00	0,000	0,0057	0,000	0,0086	0,17	0,48	0,0000	0,551
99	10,8	0,52	0,000	0,19	0,274	0,80	0,20	0,00	0,043	0,0000	0,000	0,0000	0,08	0,09	0,0772	0,545
00	8,5	0,54	0,000	0,19	0,249	0,23	0,00	0,77	0,077	0,0000	0,000	0,0000	0,28	0,14	0,0000	0,691
01	9,6	0,57	0,016	0,11	0,231	1,00	0,00	0,00	0,046	0,0005	0,000	0,0000	0,38	0,47	0,0000	0,090
02	8,9	0,54	0,098	0,00	0,204	1,00	0,00	0,00	0,041	0,0062	0,000	0,0164	0,43	0,41	0,0024	0,087
03	9,2	0,55	0,092	0,01	0,206	1,00	0,00	0,00	0,000	0,0000	0,000	0,0181	0,35	0,44	0,0000	0,000
04	9,1	0,52	0,114	0,00	0,178	1,00	0,00	0,00	0,045	0,0000	0,000	0,0154	0,38	0,51	0,0000	0,049
05	7,9	0,42	0,046	0,00	0,230	0,87	0,13	0,00	0,049	0,0000	0,000	0,0000	0,49	0,76	0,0000	0,705
06	6,3	0,59	0,000	0,00	0,153	0,00	1,00	0,00	0,035	0,0000	0,000	0,0000	0,31	0,44	0,0000	0,742
07	8,0	0,53	0,029	0,03	0,260	1,00	0,00	0,00	0,015	0,0164	0,000	0,0000	0,60	0,54	0,0000	0,243

Il est clair selon nos résultats que les β_i varient d'une année à l'autre. Cela est dû au fait que dans le domaine de santé la technologie change constamment.

3.4.1 Inefficience

Le calcul de la programmation linéaire nous a permis d'obtenir pour chaque établissement et pour chaque année, le coût efficient. L'inefficience de chaque établissement est donc obtenue en faisant la différence entre le coût observé et ce coût efficient. L'inefficience annuelle moyenne des hôpitaux québécois est représentée dans la figure 3.6 suivante :

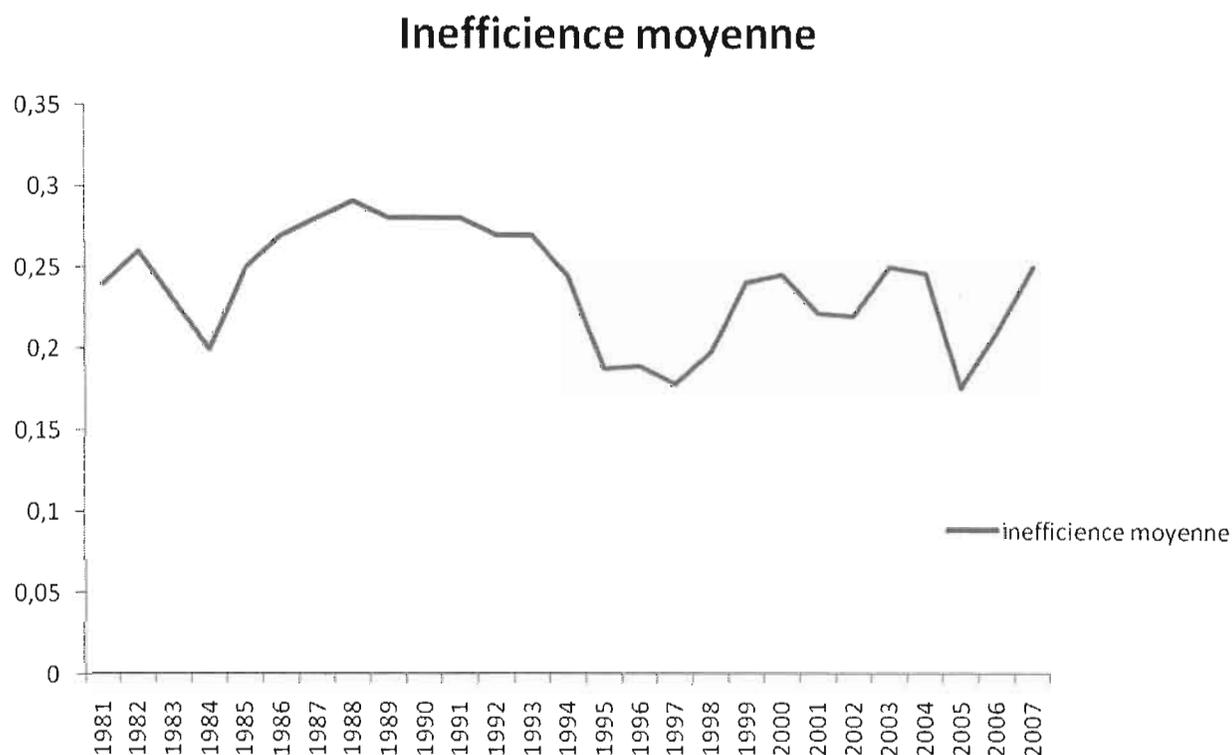


Figure 3.6. Inefficience moyenne des hôpitaux québécois

L'inefficience moyenne des hôpitaux de notre étude varie entre 17 % et 29 % durant la période 1981-2007. La moyenne des années est de 23 %. Nous remarquons que la courbe est plus élevée pour la période de 1984 à 1994. Les années de 1995 à 1998 par

contre enregistrent les taux d'inefficience les plus faibles. Nous pouvons voir cela plus clairement avec les coûts d'inefficience en termes monétaires dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Coûts de l'inefficience par année

Année	Coûts observés (\$)	Coûts efficients (\$)	Coûts de l'inefficience (\$)	Coûts de l'inefficience (%)
1981	1 856 357 563	1 338 669 289	517 688 274	24
1982	2 009 825 438	1 316 508 913	693 316 525	26
1983	2 135 977 549	1 621 130 939	514 846 610	23
1984	2 241 834 851	1 751 096 185	490 738 666	20
1985	2 425 270 280	1 762 849 079	662 421 200	25
1986	2 485 333 563	1 651 442 207	833 891 356	27
1987	2 760 606 530	1 851 801 091	908 805 438	28
1988	2 926 812 457	1 939 840 297	986 972 160	29
1989	3 260 807 832	2 124 821 686	1 135 986 147	28
1990	3 571 062 920	2 321 154 626	1 249 908 294	28
1991	3 858 022 457	2 445 572 074	1 412 450 383	28
1992	4 029 138 168	2 567 200 170	1 461 937 998	27
1993	4 106 384 843	3 064 445 979	1 041 938 863	27
1994	4 124 558 567	2 811 489 533	1 313 069 034	24
1995	4 126 127 408	3 366 670 795	759 456 613	19
1996	4 044 030 610	3 160 592 093	883 438 517	18,9
1997	4 008 978 245	3 253 670 406	755 307 840	17,8
1998	4 214 632 878	3 569 144 007	645 488 871	19,78
1999	4 299 834 485	3 259 031 734	1 040 802 750	24
2000	4 578 040 935	3 565 826 579	1 012 214 356	24,5
2001	4 457 033 747	3 327 819 159	1 129 214 588	22,1
2002	4 598 173 322	3 344 234 758	1 253 938 564	22
2003	4 537 435 227	3 171 497 039	1 365 938 189	25
2004	4 596 203 049	3 116 344 657	1 479 858 392	24,6
2005	4 683 948 119	3 974 993 718	708 954 401	17,5
2006	6 040 886 185	4 766 692 456	1 274 193 729	21
2007	5 152 342 907	3 929 715 296	1 222 627 610	25

Effectivement, les coûts d'inefficience passent de 1,3 milliards de dollars en 1994 à seulement un peu plus que 700 millions de dollars en 1995. Ils restent aux alentours de ce niveau jusqu'à 1998 pour remonter à plus de 1 milliard en 1999. Cette période de

baisse de l'inefficience coïncide avec le programme relancé par le gouvernement du Québec pour la lutte au déficit. A priori, ce programme a été fructueux au moins pour cette période. Notons que de 1999 jusqu'à 2007 (la dernière année de l'étude), l'inefficience est plus élevée, mais elle est moins importante comparativement avec la période de 1985 à 1994.

Nous avons aussi régressé¹² l'inefficience des hôpitaux par rapport à plusieurs déterminants comme la taille, le type (CH seulement, CH et CHSLD, CH et CLSC, et CH, CHSLD et CLSC en même temps),¹³ la région et le temps (période). Nous avons trouvé des résultats intéressants. Le tableau 3 résume ces résultats.

Tableau 3 : Régression de type Tobit en panel de l'inefficience(en pourcentage)

Variable dépendante :	Coefficient	t	P. value
Inefficience en %			
Type 1 (CH)	0,033	1,69	0,09
Type 2 (CH et CHSLD)	0,015	1,46	0,14
Type 3 (CH et CLSC)	0,197	1,79	0,07
Région 6 (Montréal)	0,117	5,09	0,00
Région 17 (Terres-Cries)	0,580	5,34	0,00
Région 18 (Nunavik)	0,427	2,79	0,00
Taille (m^2)	-3,45e-08	-1,83	0,06
Temps1 (1981-1994)	0,029	4,48	0,00
Temps 2 (1995-1998)	-0,052	-6,22	0,00
Constante	0,178	11,13	0,00

¹² La régression est faite avec des données en panel et la commande utilisée est XTTOBIT de STATA.

¹³ CH=Centre Hospitalier, CHSLD=Centre Hospitalier de Soins de Longue durée, CLSC=Centre Local De Santé Communautaire.

Le type d'hôpital a un impact significatif à 10 % sur le niveau d'inefficience. En effet, les résultats indiquent que les établissements du type 4, qui sont fusionnés avec des CHSLD et des CLSC, représentent en général moins d'inefficience que les autres types d'établissement. Le type 3, CH et CLSC combinés, représente plus d'inefficience. A priori, le gouvernement a bien fait de favoriser le type 4 depuis 2004.

En ce qui concerne la région, nous avons trouvé que les établissements de la région de Montréal présentent à peu près 11 % plus d'inefficience que les autres régions. Ce taux s'élève à plus que 40 % pour les régions des Terres-cries et du Nunavik. Pour ces dernières, le résultat est attendu puisque ces régions ont un petit nombre d'habitants et leur position géographique fait que les coûts sont très élevés. En ce qui concerne la région de Montréal, une possible explication est que les hôpitaux de la métropole traitent en général les cas les plus compliqués en plus de grande concentration d'habitants. Cela pourrait découler de la vocation nationale de certains établissements hospitaliers montréalais. Les variables de régions pour les autres régions socio-administratives se sont avérées non significatives.

Nous avons trouvé aussi que la taille a un impact négatif sur l'inefficience. Les grands hôpitaux semblent avoir moins d'inefficience. Cependant, l'impact de la taille est minime. Finalement, la variable temps est aussi significatif. Nous avons retenus trois sous-périodes dans l'estimation à savoir de 1981 à 1994, de 1995 à 1998 et de 1999 à 2007. Nous remarquons que la deuxième période (1995-1998) est associée avec moins d'inefficience. Cela confirme ce que nous avons souligné plus haut concernant la politique de lutte au déficit suivie par le gouvernement durant cette période. Les hôpitaux ont réagi aux baisses budgétaires imposées par le gouvernement en réduisant leur inefficience.

En résumé, l'inefficience varie avec le temps, la région, le type et la taille de l'hôpital. Ces informations sont importantes pour le gouvernement qui désire analyser la situation.

3.4.2 Tests de la théorie économique

Les formules et règles de décision sur les tests de la théorie économique ont été présentées plus haut après la spécification du modèle. Dans ce qui suit, nous nous limitons à la présentation et l'interprétation des résultats

3.4.2.1 Monotonie

La fonction de coût doit être non décroissante dans les extrants et non croissantes dans les intrants quasi-fixes. Nous avons deux types d'extrants à savoir les patients hospitalisés et les cliniques externes. Pour les deux types, les dérivées démontrent que la fonction de coût est croissante. Nous avons aussi trois types d'intrants quasi-fixes, soit les médecins, les équipements et les bâtiments. Concernant les médecins, la propriété est vérifiée, c'est-à-dire que la fonction de coût est non croissante dans les médecins. Pour les équipements, le coefficient est nul. Cela signifie que cet intrant n'a pas d'effet. En ce qui concerne les bâtiments, la propriété de non croissance est vérifiée pour presque 25 % des années, mais pour le reste de la période les coefficients sont nuls. Ce résultat n'est pas surprenant si les hôpitaux sont surcapitalisés. Nous allons vérifier cette caractéristique plus tard.

3.4.2.2 Courbure

La fonction de coût devrait être concave dans les prix des intrants et convexe dans les inputs quasi-fixes. Nous avons calculé les dérivées nécessaires et nous avons trouvé que la concavité est vérifiée pour les prix des inputs variables. Pour les inputs quasi-fixes, la valeur propre est positive pour les médecins, mais pour les équipements et les bâtiments, la valeur propre est positive seulement pour quelques années et nulle pour le reste.

Notons que l'homogénéité est imposée dans le calcul de résolution du modèle. Ainsi, nous pouvons confirmer qu'en résumé, la fonction de coût respecte la théorie économique en ce qui concerne les extrants et les intrants variables. En ce qui concerne les inputs quasi-fixes, il semble y avoir surcapitalisation des hôpitaux. Ce résultat est conforme à Bilodeau *et al.* (2002).

3.4.3 Tests de la technologie

Il est important d'examiner d'autres caractéristiques de la technologie en l'occurrence, les rendements d'échelle et les élasticités de substitution.

3.4.3.1 Test de surcapitalisation

Il suffit de comparer le prix implicite du capital avec le prix du marché pour juger la capitalisation des hôpitaux. Ainsi, si le prix implicite est inférieur (supérieur) au prix du marché alors l'hôpital est surcapitalisé (sous-capitalisé) et doit vendre (acheter) du capital. Le prix implicite du capital est égal à $-\frac{\partial c}{\partial k}$. Selon nos résultats, deux intrants quasi fixes à savoir les équipements et les bâtiments, ont un prix implicite pratiquement nul. Pour les médecins, le prix implicite est aussi très faible. Nous pouvons confirmer, sans avoir recours aux prix de marché, qu'il y a une surcapitalisation accrue des hôpitaux québécois. Ces résultats sont similaires à ceux de Bilodeau *et al.* (1997 et 2002) pour les hôpitaux de soins de courte durée du Québec, à ceux de Crémieux *et al.* (1998) pour les centres locaux des soins communautaires, et de Cowing et Holtman (1983) pour les hôpitaux de l'État de New York (voir aussi Cowing *et al.*, 1983).

3.4.3.2 Rendements d'échelle

Les rendements d'échelle de long terme ainsi que de court terme sont supérieurs à 1, donc croissants. Le tableau 4 suivant démontre les rendements d'échelles annuelles.

Tableau 4 : Rendements d'échelles par année, tous les hôpitaux

Année	Court terme	Long terme	Année	Court terme	Long terme
1981	1,05	1,05	1995	1,09	1,13
1982	1,04	1,10	1996	0,99	1,01
1983	1,04	1,05	1997	0,96	0,98
1984	1,03	1,05	1998	0,94	0,95
1985	1,12	1,16	1999	1,02	1,06
1986	1,19	1,19	2000	1,02	1,10
1987	1,08	1,14	2001	1,08	1,13
1988	1,08	1,13	2002	1,19	1,27
1989	1,12	1,21	2003	1,16	1,18
1990	1,17	1,18	2004	1,23	1,31
1991	1,19	1,20	2005	1,40	1,50
1992	1,18	1,20	2006	1,35	1,39
1993	0,91	0,92	2007	1,18	1,22
1994	1,14	1,16			

Pour le court terme, nous avons trouvé des rendements d'échelle de l'ordre de 1,11 (moyenne des années). Notre résultat est similaire à celui de Cowing et Holtman (1983) qui ont trouvé des rendements d'échelle de 1,16 pour les hôpitaux de New York. Ces rendements d'échelle signifient que le coût moyen est décroissant et par conséquent, les hôpitaux pourraient baisser leurs coûts moyens en augmentant leurs échelles de production.

Notons que les rendements d'échelle sont de plus en plus élevés de 1981 à 1994. Par contre, de 1995 à 1999, les rendements sont plutôt constants. Ils reprennent à la hausse après 1999. Ce résultat indique qu'il existe encore des gains à la croissance pour les hôpitaux.

3.4.3.3 Économies de diversification

La condition suffisante pour avoir des économies de diversification, à savoir $C_{ij} < 0$, n'est pas vérifiée. Ainsi, la condition sur les bêtas, à savoir $\frac{\beta_{yi}\beta_{yj}}{\kappa_i\kappa_j} C < 0$, n'est pas vraie pour tous les extrants i et j . Une autre méthode pour vérifier la présence des économies de diversification est de supposer que tous les extrants augmentent d'un même pourcentage tel que $\Delta y_i = \alpha y_i$, et de calculer la formule des économies de diversification :

$$C(y_1 + \Delta y_1, \dots, y_i + \Delta y_i) - C(y_1, \dots, y_i) < \sum_{i=1}^l C(y_{-i}, y_i + \Delta y_i) - nC(y_1, \dots, y_i)$$

Nous avons pris un $\alpha = 10\%$ et, de manière générale, les résultats démontrent que cette condition n'est pas vérifiée non plus. Nous déduisons que les hôpitaux présentent plutôt des déséconomies de diversification. Plus la gamme des services offerts est variée, plus la structure des coûts est élevée. Cela signifie que les hôpitaux offrent déjà un grand nombre de services et cela augmente le coût variable. Nos résultats vont dans le même sens que Nadeau (1996) pour les hôpitaux californiens.

3.4.3.4 Impact des indicateurs de qualité de l'output

Nous avons examiné l'impact des indices de qualité d'extrants sur la fonction et coût. Il est important de remarquer que plus les cas des patients hospitalisés traités sont complexes, plus les coûts sont élevés. Cet impact persiste durant la période d'étude avec une légère baisse pour les dernières années. Ceci pourrait être expliqué par le développement technologique qui rend moins coûteux certains traitements. De même, les hôpitaux offrant une grande diversité de soins pour les patients hospitalisés ont des

coûts plus élevés. Cet impact est plus important pour la période après 2000. En ce qui concerne les cliniques externes, l'indice de complexité n'est pas trop significatif sur les coûts, par contre l'indice de diversité a plus d'impact. Plus de diversité dans les services offerts dans les cliniques externes engendre des coûts plus élevés. Cependant, cet impact varie selon les années.

3.4.3.5 Flexibilité dans le choix des outputs

Nous avons aussi mesuré la flexibilité dans le choix des extrants selon la méthode de Crémieux *et al.* (2005). Le tableau 5 ci-dessous illustre les résultats pour les 4 extrants (patients hospitalisés, cliniques externes, laboratoires, et cafeteria et buanderie).

Tableau 5: Mesure de flexibilité dans les extrants, tous les hôpitaux

Type	Année	Court terme	Long terme
Patients hospitalisés	1981 ¹⁴	1,00	1,00
	1990	2,52	2,51
	1995	4,55	4,38
	1999	5,82	5,57
	2003	5,66	5,56
	2007	6,81	6,60
Cliniques externes	1981	7,23	7,23
	1990	12,26	12,18
	1995	14,34	13,81
	1999	16,38	15,68
	2003	15,12	14,85
	2007	18,98	18,38
Laboratoires	1981	6,73	6,73
	1990	11,87	11,80
	1995	10,78	10,38

¹⁴Les valeurs sont normalisées de façon à ce que la mesure des patients hospitalisés en 1981 soit égale à 1.

	1999	12,00	11,48
	2003	17,17	16,86
	2007	19,02	18,42
Cafeteria et buanderie	1981	5,83	5,83
	1990	9,79	9,73
	1995	10,69	10,29
	1999	10,26	9,82
	2003	12,45	12,23
	2007	12,77	12,37
Multi-extrants	1981	0,34	0,34
	1990	1,16	1,16
	1995	1,91	1,84
	1999	1,69	1,62
	2003	1,47	1,45
	2007	2,00	1,94

Ces résultats démontrent que la flexibilité varie selon les années et selon les hôpitaux. Cependant, certaines tendances se dégagent. Le premier constat est certainement une baisse de la flexibilité des hôpitaux ce qui implique une moins grande capacité à s'adapter aux variations de la demande.

Deuxièmement, les hôpitaux semblent être plus flexibles quant à la variation de la demande dans les patients hospitalisés que pour les autres catégories de services de santé. L'augmentation de la demande dans les cliniques externes entraîne des variations importantes des coûts des hôpitaux. La même chose est à remarquer pour les cliniques services de laboratoires et les services de cafeteria et buanderie. Notons toutefois que les services de cafétéria et de buanderie ne représentent qu'une part minime du coût total des hôpitaux.

La faible capacité des hôpitaux à faire face à des hausses de la demande pour les services externes et les examens de laboratoires est un très mauvais signe étant donnée la volonté du gouvernement de modifier l'organisation hospitalière en faveur des clientèles non hospitalisées.

3.5 Conclusion

Les dépenses du système de santé sont en croissance rapide dans la majorité des pays développés. Avec le vieillissement des populations, il devient de plus en plus difficile pour les gouvernements de financer leurs systèmes de santé. Cette situation a amené ces pays à remettre en question la façon de financer leurs systèmes de santé et la question de la performance des établissements de santé s'impose. Durant les dernières décennies, les recherches se sont penchées sur cette problématique. Par conséquent, un avancement remarquable s'est manifesté. Après les méthodes *ad hoc* des années soixante-dix, les recherches se sont basées plus sur la théorie économique de la production pour mesurer la performance des établissements de santé.

Malgré cette expansion, parallèle à un avancement économétrique important, les recherches souffrent de plusieurs limites allant du manque de données pertinentes à la dépendance des résultats des hypothèses économétriques retenues.

Dans notre travail, nous avons exploité la base de données la plus complète sur les hôpitaux québécois. Elle tient compte de tous les intrants, y compris les intrants quasi-fixes tels que les médecins, les équipements et les bâtiments. De même, elle considère l'information sur tous les extrants incluant les patients hospitalisés, les visites en cliniques externes, les laboratoires, et les services de cafeteria et buanderie. Notons que nous avons pris en considération la complexité de certains de ces services.

A partir de cette base de données, nous avons utilisé un modèle non dépendant des hypothèses économétriques. Il s'agit d'une version adaptée (en espace dual) du modèle original d'Aigner et Chu (1968). Notre objectif est de trouver des résultats robustes moins influencés par les hypothèses de départ.

Dans nos résultats, nous nous sommes assuré que notre modèle respecte les propriétés de la théorie économique. Nous avons aussi déterminé les caractéristiques de la technologie et nous avons mesuré l'inefficience des établissements de l'étude. À partir de nos résultats, nous pouvons conclure que les hôpitaux québécois sont loin d'être efficaces. Bien que l'inefficience varie d'un établissement à l'autre, elle est de l'ordre de presque 20 % en moyenne. Cela représente des sommes importantes dans le budget du gouvernement.

Une analyse plus approfondie de l'inefficience nous a permis de déduire que les hôpitaux de la région de Montréal et des Terres-Cries présentent en général plus d'inefficience que les hôpitaux des autres régions. De même, nous avons remarqué que les hôpitaux qui sont intégrés avec des CLSC et des CHSLD affichent des taux d'inefficience moins élevés que les centres hospitaliers simples ou juste associés avec des CHSLD. L'inefficience dépend aussi de la période. Celle de 1995 à 1998, période de lutte au déficit par l'État québécois, enregistre de plus faibles taux d'inefficience.

Nous avons trouvé aussi que les hôpitaux ne fonctionnent pas à une échelle optimale. Une meilleure exploitation des rendements d'échelle pourraient se traduire en baisse de coûts. De même, nous avons constaté une grande surcapitalisation au niveau des médecins, des équipements et des bâtiments. Nos résultats indiquent aussi que les intrants sont substituables et que la flexibilité dans les extrants est variable d'un output à l'autre mais diminue dans le temps dans tous les cas. En général, les hôpitaux québécois peuvent s'ajuster plus facilement aux variations de la demande des soins offerts aux patients hospitalisés que pour les visites en cliniques externes, les services de laboratoires et les services de cafeteria et buanderie. Les tests des économies de diversification démontrent que les hôpitaux québécois présentent généralement des déséconomies de gamme. Ils offrent une grande variété de services et cela augmente probablement les coûts.

À la lumière de ces résultats, nous formulons certaines recommandations que nous jugeons utiles pour le gouvernement ou les preneurs de décisions. Tout d'abord, ils doivent éliminer autant que possible l'inefficience dans les établissements du réseau. Afin d'atteindre cet objectif, le gouvernement doit prendre plusieurs mesures nécessaires.

Premièrement, il doit continuer et améliorer la politique de fusion des CH, CHSLD et CLSC adoptée depuis 2004. Nos résultats témoignent de l'efficacité de ce choix.

Deuxièmement, le gouvernement a intérêt à privilégier les hôpitaux plus spécialisés puisque nous avons trouvé des déséconomies de diversification. Le fait de regrouper quelques soins ou services dans des centres spécialisés permet d'exploiter mieux les ressources et par conséquent mieux contrôler les coûts. Nous pouvons penser à l'institut de cardiologie de Montréal comme un exemple de cette politique.

Troisièmement, le gouvernement devrait trouver un moyen pour mieux exploiter la présence des médecins dans les établissements du réseau. En effet, nous avons trouvé une surcapitalisation dans l'input médecins. Ainsi, avec le même nombre de médecins, il est possible de traiter plus de patients. Cela aidera sans doute à baisser les coûts. Nous sommes conscients qu'un tel objectif n'est pas facile à atteindre, mais le gouvernement doit faire des efforts en collaboration avec les médecins, les spécialistes et les chercheurs expérimentés afin de trouver les meilleures stratégies et les plus efficaces dans ce sens.

Quatrièmement, le gouvernement devrait revoir son mode de financement des établissements de santé. Plus précisément, il doit instaurer un système incitatif de récompense-pénalisation selon la performance de l'établissement. Les études sur l'efficience des établissements de santé pourraient servir comme support au

gouvernement afin d'avoir un *benchmark* ou des coûts de références permettant de juger de l'efficacité des établissements du réseau. Nous pensons qu'une telle politique est nécessaire, mais aussi possible si nous nous référons à la période de lutte au déficit de 1995 qui a marqué des taux d'inefficacité en bas de la moyenne.

Nous espérons que ces recommandations puissent aider à éliminer ou à réduire l'inefficacité dans les établissements de santé du Québec afin d'économiser des sommes considérables permettant de diminuer les pressions sur le budget.

Cependant, le fait de diminuer l'inefficacité des établissements ne règle qu'une partie du problème de financement du système de santé québécois. En effet, d'importants facteurs, autres que l'inefficacité, sont à considérer dans toute tentative visant à s'attaquer à ce problème. Probablement, les facteurs les plus importants sont la croissance de la demande des soins de santé au Québec et la contribution des patients dans le paiement des coûts de ces soins. Ces deux facteurs qui sont en effet reliés, ont un grand impact sur l'ampleur des coûts du système de santé. Dès lors, le gouvernement ainsi que les chercheurs devraient mettre plus d'accent sur ces facteurs dans une stratégie globale visant à régler le problème de financement du système de santé québécois.

ANNEXE 1

• Équations (5) et (6) de la page 18

$$e_L^C = e_L^C(\theta, W_{min}^C) \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\alpha-1}{1-\alpha-\beta}} \cdot \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2. \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha-\beta}} \quad (5)$$

$$e_H^C = e_H^C(\theta, W_{min}^C) \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2. \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{\beta-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{-\beta}{1-\alpha-\beta}} \quad (6)$$

• Équation (7) du profit de la page 18 :

$$\begin{aligned} \pi^C = & \left(\left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2. \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{\beta-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{-\beta}{1-\alpha-\beta}} \right)^\alpha \left(\left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\alpha-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{2}{A} \cdot \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha-\beta}} \right)^\beta - \\ & W_{min}^C \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\alpha-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{2}{A} \kappa S \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha-\beta}} - \kappa. S. \theta \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2. \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{\beta-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{-\beta}{1-\alpha-\beta}} - \\ & \kappa \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2. \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{\beta-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{-\beta}{1-\alpha-\beta}} (1 + S. \theta) \end{aligned}$$

• Équation (12) page 19 :

$$S. N^C e_H^C(\theta, W_{min}^C) = A. (L_H^C - N^C e_H^C(\theta, W_{min}^C))$$

$$e_H^C(\theta, W_{min}^C) = \frac{A. L_H^C}{N^C(S + A)}$$

$$\left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2. \kappa. S. \theta + \kappa \right) \right]^{\frac{\beta-1}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{-\beta}{1-\alpha-\beta}} = \frac{A. L_H^C}{N^C(S + A)}$$

La résolution de cette équation nous donne:

$$\theta = A. \frac{\alpha \left[\frac{A. L_H^C}{N^C(S + A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} - \kappa}{2. \kappa. S} = \theta(N^C, W_{min}^C)$$

• Équations (13), (14), (15) et (16) de la page 20 :

$$\begin{aligned} \checkmark e_L^C &= \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{1-\alpha-\beta} \cdot \left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{A} 2 \cdot \kappa \cdot S \cdot A \cdot \frac{\alpha \left[\frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} - \kappa}{2 \cdot \kappa \cdot S} + \kappa \right) \right]^{1-\alpha-\beta} \\ &= \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{1-\alpha-\beta} \cdot \left[\frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}}^{1-\alpha-\beta} = e_L^C(N^C, W_{min}^C) \end{aligned}$$

$$\checkmark e_H^C = \frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S+A)} = e_H^C(N^C, W_{min}^C)$$

$$\checkmark W_H^C = \frac{1}{2} \left(\alpha \left[\frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} - \kappa \right) = W_H^C(N^C, W_{min}^C)$$

$$\checkmark \pi^C(N^C, W_{min}^C) = \left[W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} \left[\frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S+A)} \right]^{\frac{-\alpha}{\beta-1}} \Phi_C$$

$$\text{Avec } \Phi_C = \left(\left[\frac{1}{\beta} \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} (1 - \alpha) - \left[\frac{1}{\beta} \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \right)_C$$

• Équations (17) page 21

$$N^C = N / \left(1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) = N^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$$

• Équations (20) page 21

$$W_H^C = \frac{1}{2} \left(\alpha \left[\frac{A.L_H^C \left(1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^\beta \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^\beta \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)}{N(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} - \kappa \right) = W_H^C(W_{min}^C, W_{min}^A, W_{min}^B)$$

ANNEXE 2

Dérivation du Langrangian

$$\begin{aligned}
 \mathcal{L} &= [(1 - \tau) W_{min}^C - b] E_L + b L^C + (1 - \tau) W_H^C(.) E_H - b E_H \\
 &= [(1 - \tau) W_{min}^C] E_L + b L^C + (1 - \tau) W_H^C(.) E_H - b E_L - b E_H \\
 \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial W_{min}^C} &= [1 - \tau] E_L + [(1 - \tau) W_{min}^C] \frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} - b \frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} + (1 - \tau) \frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C} E_H + (1 - \tau) \frac{\partial E_H}{\partial W_{min}^C} W_H^C - b \frac{\partial E_H}{\partial W_{min}^C} \\
 &= [1 - \tau] E_L + [(1 - \tau) W_{min}^C - b] \frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} + \frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C} [(1 - \tau) E_H]
 \end{aligned}$$

On commence par déterminer E_L :

$$\begin{aligned}
 E_L &= N^C \cdot e_L^C = N^C \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\alpha-1}{1-\alpha-\beta}} \left(\left[\frac{A \cdot L_H^C}{N^C(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} \right)^{\frac{-\alpha}{1-\alpha-\beta}} \\
 &= [N^C]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A \cdot L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{-\alpha}{\beta-1}} \\
 &= \left[\frac{N}{1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C}} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A \cdot L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{-\alpha}{\beta-1}}
 \end{aligned}$$

Cherchons maintenant $\frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C}$:

$$\frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} = \frac{\partial}{\partial W_{min}^C} \left(\left[\frac{N}{1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C}} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A \cdot L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{-\alpha}{\beta-1}} \right)$$

$$\frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} = \frac{\partial}{\partial W_{min}^C} \left(\underbrace{\left[\frac{N}{1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C}} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}}}_{\text{I}} \underbrace{\left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}}}_{\text{J}} \underbrace{\left[\frac{A \cdot L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{-\alpha}{\beta-1}}}_{\text{K}} \right)$$

$$\frac{\partial I}{\partial W_{min}^C} = \left(\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1} \right) \left(\frac{-N \frac{\beta}{\alpha} \frac{1}{W_{min}^C} \left(\left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}-1} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}-1} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)}{\left(1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)^2} \right) \cdot \left[\frac{N}{1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C}} \right]^{\frac{-\alpha}{1-\beta}}$$

$$\frac{\partial J}{\partial W_{min}^C} = \frac{1}{\beta} \frac{1}{\beta-1} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{2-\beta}{\beta-1}}$$

$$\frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} = \text{K} \cdot \left[\frac{\partial I}{\partial W_{min}^C} \cdot \text{J} \right] + \frac{\partial J}{\partial W_{min}^C} \cdot \text{I}$$

$$\begin{aligned}
&= \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{-\alpha} \\
&\left\{ \left(\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1} \right) \left(\frac{-N \frac{1}{\alpha W_{min}^C} \left(\left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}-1} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}-1} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)}{\left(1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)^2} \right) \right\} \cdot \left[\frac{N}{1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C}} \right]^{1-\beta} \cdot \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} + \\
&\left. \frac{1}{\beta} \frac{1}{\beta-1} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{2-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{N}{1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C}} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \right\}
\end{aligned}$$

Nous allons définir $\varphi = N / \left(1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)$

Rappelons que :

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial W_{min}^C} = \underbrace{[1-\tau]E_L}_{P1} + \underbrace{[(1-\tau)W_{min}^C - b]}_{P2} \frac{\partial E_L}{\partial W_{min}^C} + \frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C} \underbrace{[(1-\tau)E_H]}_{P3}$$

$$P1 = [1-\tau] [\varphi]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{-\alpha}$$

$$P2 = [(1-\tau)W_{min}^C - b] \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\beta}} \frac{1}{W_{min}^C} [\varphi]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left\{ \frac{\alpha+\beta-1}{\beta-1} \left(-\frac{\beta}{\alpha} \right) \left(1 - \frac{\varphi}{N} \right) + 1 \right\}$$

$$P3 = [1-\tau] \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\beta}} \frac{1}{2} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} [\varphi]^{\frac{\alpha+2\beta-2}{\beta-1}} \frac{1}{N} \left\{ \frac{\alpha}{\beta-1} - \frac{N}{\varphi} + 1 \right\}$$

(voir $\frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C}$ plus bas)

Alors nous pouvons avoir:

$$\frac{\partial t}{\partial W_{min}^C} = \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\beta}} [\varphi]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}}$$

$$\left\{ 1 + \left[W_{min}^C - \frac{b}{(1-\tau)} \right] \frac{1}{W_{min}^C} \left[\frac{\alpha+\beta-1}{\beta-1} \left(-\frac{\beta}{\alpha} \right) \left(1 - \frac{\varphi}{N} \right) + \frac{1}{\beta-1} \right] + 0,5 \frac{1}{N} \left(\frac{\alpha}{\beta-1} - \frac{N}{\varphi} + 1 \right) \right\}$$

$$[1 - \tau] \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\beta}} [\varphi]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}}$$

$$= [1 - \tau] \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{(S+A)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\beta}} [\varphi]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}}$$

$$\left\{ 1 + \left[W_{min}^C - \frac{b}{(1-\tau)} \right] \frac{1}{W_{min}^C} \left[\frac{\alpha + \beta - 1}{\beta - 1} \left(-\frac{\beta}{\alpha} \right) \left(1 - \frac{\varphi}{N} \right) + \frac{1}{\beta - 1} \right] \right.$$

$$\left. + 0,5 \frac{1}{N} \left(\frac{\alpha}{\beta - 1} - \left(\left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) \right) \right\}$$

$$\frac{\partial W_H^C}{\partial W_{min}^C} = \frac{\partial}{\partial W_{min}^C} \frac{1}{2} \left(\alpha \left[\frac{A.L_H^C \left(1 + \frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \frac{\beta}{\alpha} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \frac{\beta}{\alpha} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right)}{N(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} - \kappa \right)$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\beta}{\beta-1} \frac{1}{\beta} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{N(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \frac{1}{2} \alpha \left[1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} + \\
&\frac{1}{2} \alpha \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\beta-1}} \left[\frac{L_H^C}{N(S+1)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1} \frac{\beta}{\alpha} \left[W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\alpha-1}} \left(\left[\frac{1}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{1}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) \left[1 + \right. \\
&\left. \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right]^{\frac{2-\alpha-2\beta}{\beta-1}} \\
&= \frac{1}{2} \frac{1}{\beta-1} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{N(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right]^{\frac{2-\alpha-2\beta}{\beta-1}} \\
&\left\{ \alpha \left[1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right] + (1 - \alpha \right. \\
&\quad \left. - \beta) \frac{1}{\beta} W_{min}^C \left[W_{min}^C \right]^{\frac{\beta}{\alpha-1}} \left(\left[\frac{1}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{1}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) \right\} \\
&= \frac{1}{2} \frac{1}{\beta-1} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{N(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right]^{\frac{2-\alpha-2\beta}{\beta-1}} \\
&\quad \left\{ (1 - \beta) \left(\left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) \right\} \\
&= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{\beta} W_{min}^C \right]^{\frac{1}{\beta-1}} \left[\frac{A.L_H^C}{N(S+A)} \right]^{\frac{1-\alpha-\beta}{\beta-1}} \left[1 + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right]^{\frac{2-\alpha-2\beta}{\beta-1}} \\
&\quad \left\{ \frac{\alpha}{\beta-1} - \left(\left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^A} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^A}{L_H^C} + \left[\frac{W_{min}^C}{W_{min}^B} \right]^{\frac{\beta}{\alpha}} \frac{L_H^B}{L_H^C} \right) \right\}
\end{aligned}$$

ANNEXE 3

Our sample concerns the 10 Canadian provinces for the period between 1977 and 2007. In total, we have 310 observations. Data have varied during the period of our study, but some general remarks can be made.

Île-Prince-Edward is the less populated province (almost 140 000 persons in 2007). It has the lower rates of violent and property crimes as well as drug crimes.

Ontario is the most populated Canadian province (almost 13 000 000 persons in 2007). It has a lower unemployment rate (6.9 % in 1977 and 6.4 % in 2007).

West-Canadian provinces (Saskatchewan, Manitoba, Alberta and British-Columbia) register the higher rates of violent, property and drug crimes from 1977 to 2007. These provinces contain the third of the Canadian population and they have an average unemployment rates.

Ontario, Quebec and Alberta represent together the most important economic region. In fact, they produce together more than 75 % of Canadian Great Domestic Product. More than 90 % of immigrants to Canada are in Quebec, Ontario, Alberta and British Columbia.

Quebec and Ontario are the provinces that spend more budgets on education.

Quebec, Ontario, Saskatchewan and Manitoba are provinces with higher number of polices per habitant (almost 200 polices per 100 000 habitants in 2007).

For the country in general, the unemployment rate is about 9.95 %. This rate varies widely across provinces and during the study period. For example, the maximum is 20.1 % in Newfound-land for year 1993, and the minimum is 3.4 % in Alberta for year 2006. We note also almost 1 reported crime per ten individual and most of them are property crimes. Violent crimes represent less than 10 % of total crimes. It is important to note that reported crimes show wide variation across provinces.

There are also approximately 180 police officers per 100000 habitants. Revenue per capita has a mean of 19152.68 \$, but its variation within provinces is greater than across provinces one.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Agnew, Robert. (2006) "Pressured Into Crime: An Overview of General Strain Theory" Los Angeles, California: *Roxbury Publishing Company*.
- [2] Agnew, Robert. (2001) "Building on the foundation of general strain theory: Specifying the types of strain most likely to lead to crime and delinquency" *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 38, 319-361.
- [3] Agnew, Robert. (1992) "Foundation for a general strain theory of crime and delinquency" *Criminology*, 30(1), 47-87.
- [4] Aigner, D., and S. Chu (1968) "On Estimating the Industry Production Function" *American Economic Review*, 58, pp. 826-839.
- [5] Aigner, D., K. Lovell, and P. Schmidt (1977) "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models" *Journal of Econometrics*, 6, pp. 21-37.
- [6] Alesina, Roubini, and Cohen (1997) "Political Cycles and the Macroeconomy" Cambridge MA: MIT Press.
- [7] Alesina, Cohen and Roubini (1992) "Macroeconomic Policy and Elections in OECD Democracies" *Economics and Politics* 4, 1-30.
- [8] Alesina (1989) "Politics and Business Cycles in Industrial Democracies" *Economic Policy*, April 1989, 8, 54-87
- [9] Alesina (1988) "Macroeconomics and Politics" *NBER Macroeconomics Annual*, Cambridge MA: MIT Press.

Bertola G. et R. Rogerson (1997) "Institutions and labor reallocation" *European Economic Review*, 41, 1147-1171
- [10] Bilodeau, D. (1996) "Analyse de la Performance des Centres Hospitaliers de Soins de Courte Durée du Québec" UQAM, mémoire de fin d'études.
- [11] Bilodeau, D. (1996) "Analyse de la Performance des Centres Hospitaliers de

Soins de Courte Durée du Québec" UQAM, mémoire de fin d'études.

- [12] Bilodeau, D., P.-Y. Crémieux, B. Jaumard, P. Ouellette et T. Vovor (2004) "Measuring hospital performance in the presence of quasi-fixed inputs: An analysis of Québec hospitals" *Journal of productivity analysis*, 21, 183-199.
- [13] Baron, Stephen W. (2008) "Street youth, unemployment, and crime: is it that simple? Using general strain theory to untangle the relationship,(Canada)" *Canadian Journal of Criminology and Criminal Justice*, 50, Nbr. 4.
- [14] Baron, Stephen W. et Timothy F. Hartnagel (1997)"Attributions, Affect and Crime: Street Youths' Reactions to Unemployment"*Criminology*35:409-434.
- [15] Block, S. (2000) "Political Business Cycles, Democratization, and Economic Reform: the Case of Africa" working paper, Fletcher School, Tufts University.
- [16] Block, Michael K. and James M. Heineke. (1975) "A Labor Theoretic Analysis of Criminal Choice"*American Economic Review* 65:314-25.
- [17] Box, Steven (1987) "Recession, Crime and Punishment" London: Palgrave Macmillan
- [18] Breyer, F. (1987) "The Specification of Hospital Cost Function" *Journal of Health Economics*, vol.6, pp 147-157.
- [19] Card D. et A. Krueger (2000) "Minimum Wages and Employment: A Case Study of The Fast Food Industry In New Jersey and Pennsylvania"*American Economic Review*, vol 90, No.5, pp. 1397-1420.
- [20] Cantor, David and Kenneth C. Land (1985) "Unemployment and Crime Rates in the Post-World War II United States: A Theoretical and Empirical Analysis"*American Sociological Review* 50:317-32.
- [21] Carlson M. and Raymond (1997) "Crime, unemployment, and social structures of accumulation: An inquiry into historical contingency"*Justice Quarterly*, Volume 14, Issue 2 June 1997, pages 209 – 241.
- [22] Chamlinl B. and K. Cochran (2000) "Unemployment, Economic Theory, and Property Crime: A Note on Measurement"*Journal of Quantitative Criminology*,

4: 443-455.

- [23] Charnes, A., W. Cooper, et E., Rhodes (1978) "Measuring the efficiency of decision-making units" *European Journal of Operational Research* vol. 2, pp. 429-444.
- [24] Chiricos (1987) "Rates of Crime and Unemployment: An Analysis of Aggregate Research Evidence" *Social Problems* 34: 187-212.
- [25] Cohen, Lawrence E. and Kenneth C. Land. (1987a) "Age Structure and Crime: Symmetry Versus Asymmetry and the Projection of Crime Rates Through the 1990s" *American Sociological Review* 52:170-83.
- [26] Cohen, Lawrence E. and Kenneth C. Land. (1987b) "Sociological Positivism and the Explanation of Criminality" in (Michael R. Gottfredson and Travis Hirschi, eds.), *Positive Criminology*, Newbury Park, CA: Sage, 43-55.
- [27] Cohen, Lawrence E. (1981) "Modeling Crime Trends: A Criminal Opportunity Perspective" *Journal of Research in Crime and Delinquency* 18:138-64.
- [28] Cohen, Lawrence E., James R. Kluegel, and Kenneth C. Land. (1981) "Social Inequality and Predatory Criminal Victimization: An Exposition and Test of a Formal Theory" *American Sociological Review* 46:505-24.
- [29] Cohen, Lawrence E., Marcus Felson, and Kenneth C. Land. (1980) "Property Crime Rates in the United States: A Macrodynamic Analysis, 1947-1977; with ex ante Forecasts for the mid-1980s" *American Journal of Sociology* 86:90-118.
- [30] Cohen, Lawrence E. and Marcus Felson. (1979a) "On Estimating the Social Costs of National Economic Policy: A Critical Examination of the Brenner Study" *Social Indicators Research* 6:251-9.
- [31] Cohen, Lawrence E. and Marcus Felson. (1979b) "Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activities Approach" *American Sociological Review* 44:588-607.
- [32] Cowing, T.G, A.G. Holtman et Powers (1983) "Hospital Cost Analysis: A Survey and Evaluation of Recent Studies" *Advances in Health Economics and Health Services Research*, vol. 4 p.257-303.
- [33]
- [34] Crémieux, P., P. Ouellette et F. Rimbaud(2005) "Hospital Cost Flexibility in the Presence of Many Outputs : A Public-Private Comparison" *Health Care*

Management Science, vol. 8, p. 111-120.

Crémieux, P., D. Gadbois et P. Ouellette (1998) "Une analyse de la performance des CLSC au Québec" *L'Actualité économique*, vol. 74, n° 2, p. 157-181.

- [35] Debreu, G.(1951) "The Coefficient of Resource Utilization" *Econometrica*, 19, pp. 273–292.
- [36] Department of Justice, Canada [online] URL: http://www.justice.gc.ca/eng/news-nouv/spe-disc/2006/doc_31786.html
- [37] Drazen A. (1986) "Optimal Minimum Wage Legislation" *The Economic Journal*, vol 96, no 383, pp. 774-784.
- [38] Drazen (2000)"The Political Business Cycle After 25 Years"University of Maryland, Hebrew University of Jerusalem, and NBER.
- [39] Ehrlich, Isaac. (1973) "Participation in Illegitimate Activities: A Theoretical and Empirical Investigation" *Journal of Political Economy* 81:521-64.
- [40] Ehrlich, Isaac. (1975) "The Deterrent Effect of Capital Punishment: A Question of Life and Death" *American Economic Review* 65:397-417.
- [41] Fair, R. (1978) "The Effect of Economic Events on Votes for President" *Review of Economics and Statistics* 60, 159-72.
- [42] Farrell, M. (1957) "The Measurement of Productive Efficiency" *Journal of the Royal Statistical Society A, General*, 120, pp. 253–281.
- [43] Finance Québec (2010) "Vers un Système de Santé Plus Performant et Mieux Financé" Budget 2010-11.
- [44] Fox, James A. (1978) "Forecasting Crime Data" Lexington, MA: Lexington Books, Heath
- [45] Freeman, R. (1995) "The labor market" In Wilson, J. Q., and Petersilia, J. (eds.), *Crime*, ICSPress, San Francisco.
- [46] Freeman R. (1996) "The Minimum Wage as a distributive Tool" *The Economic Journal*, vol 106, no 436, pp. 639-649.

- [47] Gagné, R., et P. Ouellette (1998) "On the Choice of Functional Forms: Summary of a Monte Carlo Experiment" *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 16, no 1, p. 118-124.
- [48] Gagné, R., et P. Ouellette (2002) "The Effect of Technological Change and Technical Inefficiencies on the Performance of Functional Forms" *Journal of Productivity Analysis*, vol. 17, no 3, p. 233-247.
- [49] Gonzalez, M. (1999b) "Political Budget Cycles and Democracy: A Multi-Country Analysis" working paper, Department of Economics, Princeton University.
- [50] Gorostiaga A. et J.F Rubio-Ramírez (2004 "Optimal Minimum Wage in a Competitive Economy" Federal Reserve Bank of Atlanta, working paper.
- [51] Government of Canada (2003) "Illegal Drugs and Drug Trafficking" <http://publications.gc.ca/pub?id=258286&sl=1>
- [52] Green D. et K. Harrison (2006) "Racing to the Middle: Minimum Wage Setting and Standards of Fairness" University of British Columbia, working paper.
- [53] Greene, W. (2007) "The Econometric Approach to Efficiency Analysis" Chapter 2 in *The Measurement of Efficiency*, H Fried, K Lovell and S. Schmidt, eds., Oxford University Press, 2008.
- [54] Hale, Chris and Dima Sabbagh. (1991) "Testing the Relationship Between Unemployment and Crime: A Methodological Comment and Empirical Analysis Using Time Series Data from England and Wales" *Journal of Research in Crime and Delinquency* 28:400-17.
- [55] Hibbs, D.A. (1977) "Political Parties and Macroeconomic Policy" *The American Political Science Review*, Vol. 71, No.4 (Dec., 1977), pp. 1467-1487.
- [56] Hornstein, P. et Giovanni L. (2005) «Unemployment and Vacancy Fluctuations in the Matching Model: Inspecting the Mechanism», Federal Reserve Bank of Richmond Economic *Quarterly Volume*.
- [57] Keen M. et M. Marchant (1997) "Fiscal competition and the Pattern of Public Spending" *Journal of Public Economics*, vol 66, pp. 33-53.
- [58] Kelly L. Bolton; Eunice Rodriguez (2009) "Smoking, Drinking and Body

Weight After Re-employment: Does Unemployment Experience and Compensation Make a Difference? ". BMC Public Health

- [59] Krivo, Lauren J. and Ruth D. Peterson. (2004) "Labor Market Conditions and Violent Crime Among Youth and Adults" *Sociological Perspectives* 47:485-505.
- [60] Krohn, M. (1978) "A Durkheimian analysis of international crime rates" *Social Forces* 57 (December): 654-670.
- [61] Krueger, A. and I. Turan (1993) "The Politics and Economics of Turkish Policy Reform in the 1980's" in R. Bates and A. Krueger, eds. (1993), *Political and Economic Interactions in Economic Policy Reform: Evidence from Eight Countries*, Oxford: Basil Blackwell.
- [62] Kumbhakar, S. (1989) "Estimation of Technical Efficiency Using Flexible Functional Forms and Panel Data" *Journal of Business and Economic Statistics*, 7, pp. 253-258.
- [63] Levitt (2001) "Alternative Strategies for Identifying the Link Between Unemployment and Crime" *Journal of Quantitative Criminology*, Vol. 17, No. 4.
- [64] Levitt (1997) "Using Electoral Cycles in Police Hiring to Estimate the Effect of Police on Crime" *American Economic Review*. 87(3): 270-290.
- [65] Malmquist, S. (1953) "Index Numbers and Indifference Curves" *Trabajos de Estadística*, 4, 1, 209-42.
- [66] Marceau N. et R. Boadway (1994) "Minimum Wages Legislation and Unemployment Insurance as Instruments for Redistribution" *Scandinavian Journal of Economics*, vol 96, pp. 67-81.
- [67] Martinez (2008) "A Theory of Political Cycles" Federal Reserve Bank of Richmond Working Paper No 05-04R.
- [68] Nadeau, L. (1996) "Mesure de la Performance des Centres Hospitaliers Californiens" UQAM, mémoire de fin d'études.
- [69] Neumark D., M. Schweitzer et W. Wascher (1999) "The Effects of Minimum Wages Throughout The Wage Distribution" Federal Reserve Bank of Cleveland,

working paper

- [70] National Drug Intelligence Center (2002) "Illicit Drug and Youth" April 2002 <http://www.justice.gov/ndic/pubs07/798/index.htm>
- [71] Nordhaus (1989) "Alternative Approaches to the Political Business Cycle" Brookings Papers on Economic Activity, Economic Studies Program, The Brookings Institution, 20: 1-68.
- [72] Nordhaus, W.D. (1975) "The Political Business Cycle" *The Review of Economic Studies*, 42: 169-190.
- [73] Ouellette, P. (2007) "Économie de Santé et des Soins de Santé" Département des Sciences Économiques, UQAM, Notes de cours.
- [74] Ouellette, P. et P. Petit (2010) "Mesure de l'Efficienc e des Établissements de Santé : Revue et Synthèse Méthodologique" Centre sur la productivité et la prospérité, HEC Montréal.
- [75] Ouellette, P. et P. Petit (2010) "Efficienc e budgétaire des institutions de santé : une revue de littérature" Centre sur la productivité et la prospérité, HEC Montréal.
- [76] Parker, R. Nash and A.V. Horwitz. (1986) "Unemployment, Crime, and Imprisonment: A Panel Approach" *Criminology* 24:751-73.
- [77] Perri T. (1990) "Optimal Minimum Wage Legislation: A comment" *The Economic Journal*, vol 100, no 402, pp. 914-917.
- [78] Rogoff, K. (1990) "Equilibrium Political Business Cycles" *American Economics Review*, 80: 21-36.
- [79] Ryan C. Amacher, William J. Boyes. (1982) "Unemployment rates and political outcomes: An incentive for manufacturing a political business cycle" *Public Choice* 38:2, 197-203.
- [80] Schultz, Kenneth. (1995) "The Politics of the Political Business Cycle" *British Journal of Political Science* 25(1): 79-99.
- [81] Scott M. Montgomery, Derek Cook, Mel J. Bartley et Michael Wadsworth (1996) "Unemployment, cigarette smoking, alcohol consumption and body weight in young British men" Oxford Journals

- [82] Simar, L. et P.W. Wilson (1998) "Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models" *Management Science*, vol. 44, no1, p. 49-61.
- [83] Sinn H. (1997) "The Selection Principle and Market Failure In System Competition" *Journal of Public Economics*, vol 66, pp. 247-274.
- [84] Soares, Rodrigo. (1999) "Development, Crime, and Punishment: Accounting for the International Differences in Crime Rates" Unpublished paper, University of Chicago Department of Economics.
- [85] Sobel R. (1999) "Theory and Evidence on the Political Economy of the Minimum Wage" *Journal of Political Economy*, vol 107, pp. 761-785.
- [86] Stack, S (1984) "Income inequality and property crime" *Criminology*, 22, 229-258.
- [87] Steven R., et R. Winter-Ebmer (2001) "Identifying the Effect of Unemployment on Crime" University of California, *Journal of Law & Economics*, 44: 259-83.
- [88] Teibout M. (1956) "A Pure Theory of Local Expenditures" *Journal of Political Economy*, vol 64, pp. 416-424.
- [89] Toke and all (2007) "Election Results and Opportunistic Policies: An Integrated Approach" *NIPE Working Paper No. 24*.
- [90] Tufte (1978) "Political Control of the Economy" Princeton NJ: Princeton University Press. <http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/080516/dq080516a-fra.htm>
- [91] United Nations Office's report (2009). "ONU: le Canada est le principal fournisseur d'ecstasy en Amérique du Nord[online] URL :<http://www.jminforme.ca/article/708772>
- [92] Wildasin D. (1989) "Interjurisdictional Capital Mobility : Fiscal Externality and a Corrective Subsidy" *Journal of Urban Economics*, vol 25, pp. 193-212.