

HEC MONTRÉAL

Y a-t-il un effet d'éviction de l'investissement en capital privé lors d'investissement en capital public?

Par

Pierre-Frédéric Robert

**Maîtrise ès Sciences de la Gestion
(Économie Financière Appliquée)**

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

Novembre 2012
©Pierre-Frédéric Robert, 2012

Sommaire

Le but principal de ce mémoire est d'établir le lien entre l'investissement en capital public et l'investissement en capital privé. Cela est fait en analysant les réponses d'impulsion de modèles VAR à quatre variables économiques, soit une mesure de capital public (dépenses totales, en infrastructure ou en infrastructures de transport), le capital privé, l'emploi et finalement la production sur une période allant de 1961 à 2009.

La littérature sur le sujet est limitée, mais on relève tout de même trois principales méthodes économétriques utilisées pour l'analyse de la complémentarité entre les deux variables d'intérêts. Les premières études sur le sujet étaient basées sur des modèles à fonction de production ou de coûts. Suite aux nombreuses critiques sur ces méthodes, les auteurs se sont tournés vers le modèle VAR, jugé moins contraignant en termes d'hypothèses requises. De plus cette méthode permet aussi d'outrepasser la principale critique des deux autres modèles, soit le problème d'endogénéité entre certaines variables.

Contrairement aux études précédentes utilisant des données agrégées, ce mémoire peut, grâce à des données récemment rendues disponibles par Statistiques Canada, faire une distinction entre les effets par province, pour vérifier si la relation entre capital public et capital privé dépend de la province, et donc des caractéristiques qu'on y retrouve. De plus, la plupart des études se concentrent soit sur l'analyse des infrastructures en transport routier, soit sur l'analyse de l'investissement public agrégé. Cette étude utilise d'une approche *top down* en analysant l'investissement agrégé du capital public, les infrastructures et finalement les infrastructures de transport isolées. L'analyse des composantes de l'investissement devrait mettre en évidence l'importance économique des différents types de capitaux.

Les résultats des différentes estimations sont hétérogènes et ne permettent pas de conclure sur l'effet d'éviction du capital privé. De plus, comme les études précédentes, les résultats ne sont pas significatifs et il est donc difficile de conclure à partir des observations de ce mémoire. Par contre, un test de sensibilité sur l'ordonnancement permet de déduire que les variables sont endogènes et qu'il est donc nécessaire d'utiliser une méthode prenant en compte cette complexité tel que le VAR.

Mots Clés : Éviction, investissement, infrastructure, capital public

Remerciements

J'aimerais remercier HEC Montréal pour la qualité de son programme de Maîtrise en Sciences de la Gestion ainsi que ses professeurs engagés avec les étudiants.

J'aimerais aussi souligner le support financier qui m'a été offert par la Fondation J. Armand Bombardier par l'entremise du Conseil de Recherche en Sciences Humaines du Canada.

De plus, je remercie mon directeur de mémoire Robert Gagné pour son support et ses conseils judicieux qui m'ont permis de compléter ce travail. Je salue aussi Alexandre Haarman pour son aide grandement appréciée ainsi que le Centre sur la productivité et la prospérité de HEC Montréal.

Finalement, merci à ma famille et à ma conjointe Salma pour leur support qui m'a permis de terminer ce mémoire malgré mes autres obligations.

Table des matières

Sommaire	i
Remerciements	ii
Table des matières	iii
Liste des figures	iv
1 Introduction	1
2 Revue des méthodes statistiques	6
2.1 Fonction de production	7
2.1.1 <i>Présentation du modèle</i>	7
2.1.2 <i>Limites de la fonction de production</i>	10
2.2 Fonction de coûts	11
2.2.1 <i>Présentation du modèle</i>	11
2.2.2 <i>Limites de la fonction de coûts</i>	11
2.3 Modèle VAR	12
2.3.1 <i>Présentation du modèle</i>	12
2.3.2 <i>Limites du VAR</i>	14
3 Données utilisées	15
3.1 Capital public	15
3.1.1 <i>Nature des données sélectionnées</i>	16
3.1.2 <i>Constats préliminaires</i>	16
3.2 Capital privé	20
3.3 Emploi	21
3.4 Produit intérieur brut national et provincial	22
4 Analyse pré-estimation des données	24
4.1 Stationnarité	24
4.2 Constats préliminaires	25
5 Méthodologie	26
5.1 Modèle économétrique	26
5.2 Ordonnancement du modèle	28
6 Résultats	29
6.1 Ensemble des infrastructures	29
6.2 Capital public agrégé	32
6.3 Infrastructures de transport	34
7 Étude de sensibilité sur l'ordonnancement du modèle	37
8 Conclusion	38
Annexe 1 – Tableau des Résultats du Test ADF	40
Annexe 2 – Études précédentes sélectionnées	42
Références	43

Liste des figures

Figure 3-1 Répartition du stock de capital public (en millions de dollars de 2002)	18
Figure 3-2 Stock net d'infrastructures par province (en millions de dollars de 2002)	19
Figure 3-3 Capital privé au Canada (en millions de dollars de 2002)	21
Figure 3-4 Ratio du stock d'infrastructures sur le PIB	23
Figure 3-5 Relation entre le ratio du stock d'infrastructures sur le PIB et PIB réel par habitant	24
Figure 6-1 IRF en utilisant l'ensemble des infrastructures comme mesure de capital public	29
Figure 6-2 IRF en utilisant l'ensemble des dépenses du gouvernement comme mesure du capital public	32
Figure 6-3 IRF en utilisant les infrastructures de transport comme mesure du capital public	35
Figure 7-1 IRF en inversant l'ordonnancement des variables	37

1 Introduction

Cette recherche s’amorce par le constat d’un retard économique relativement important, qui se manifeste par un niveau de vie plus faible (Gagné R. , 2011). On y constate que le niveau de vie au Québec est inférieur à celui des autres grandes provinces du Canada, mais aussi, bien en dessous de celui des pays industrialisés. Le Bilan 2011 sur la productivité et la prospérité au Québec estime que ce retard pourrait être expliqué en grande partie par la piètre performance du Québec en matière de productivité lorsque comparée à celle de certains pays de l’OCDE¹. La productivité, souvent simplifiée en tant que ‘PIB/heures travaillées’ est le résultat de plusieurs facteurs notamment, le facteur technologique et le stock de capital. Le capital productif est aussi un facteur très important pour la productivité, surtout depuis la transition d’une économie basée sur le travail vers une économie basée sur la technologie. On remarque de plus qu’il y a un manque d’investissement en capital privé au Québec (Gagné R. , 2011). Il est donc possible que ce retard accumulé de la province sur les autres régions soit en partie causé par le faible investissement en capital productif.

Le manque d’investissement en capital privé peut, à long terme, influencer négativement la productivité des entreprises locales. De plus, dans un contexte de mondialisation, le Québec ne fait plus face qu’à ses voisins Nord Américains et est maintenant en concurrence avec l’ensemble des pays. Il est donc primordial que le Québec demeure concurrentiel afin de maintenir sa place sur l’échiquier mondial et aussi pour assurer la prospérité de sa population. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce manque d’investissement : la lourde fiscalité, la réglementation restrictive, les faibles perspectives de croissance et la faible épargne des ménages. Globalement, on peut considérer ces facteurs comme déterminants du rendement sur l’investissement. Du point de vue de l’entreprise, le rendement est l’élément primordial dans sa décision d’investissement.

Dans une perspective de politique gouvernementale, il est intéressant de se pencher sur les moyens de stimuler l’investissement. Le réseau d’infrastructure est un des facteurs affectant le rendement de l’investissement des entreprises.

¹ OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques

Le présent mémoire vise, à partir de la littérature existante et d'analyses économétriques, à dégager et mieux comprendre l'importance des infrastructures publiques pour le niveau de vie des Québécois. Cela sera fait en démontrant le lien entre l'investissement du gouvernement et le capital privé. La chaîne de liens commence par les infrastructures qui affectent le rendement de l'investissement en capital privé, son stock, la productivité et finalement, le PIB par habitant. En ayant une meilleure compréhension de ce mécanisme de création de richesse, il devrait être possible de définir une politique gouvernementale plus adaptée afin d'aider le Québec à rattraper l'écart de niveau de vie. Plus précisément, je ferai l'analyse de la relation entre l'investissement en capital public et l'investissement en capital privé à l'aide de données canadiennes afin de conclure sur ma question de recherche : *Y a-t-il effet d'éviction ou de complémentarité entre les deux types de capitaux ?*

L'importance des infrastructures semble souvent minimisée, mais ce facteur est essentiel à la production nationale. Hirschman (1958) décrit ce facteur comme un service de base sans lequel les activités de production ne peuvent avoir lieu. Cela fait en sorte que le coût de non fonctionnement des infrastructures est beaucoup plus grand que leur coût de provision. Comme ces services sont généralement produits par le gouvernement, il est difficile d'y mettre un prix de marché. Les bénéfices de ces services sont donc difficilement mesurables.

En 2007, le gouvernement canadien annonçait la mise en place d'un plan de 33 milliards de dollars pour financer l'amélioration des infrastructures publiques. Le gouvernement du Québec s'est engagé dans son propre programme de mise à niveau du réseau routier, des infrastructures scolaires et sanitaires ainsi que de la sécurité publique (Gagné et Haarman, 2011). Ce plan fait suite à une période de contractions budgétaires des différents paliers gouvernementaux dans un effort visant la réduction de la dette publique. Il fallait *donc couper quelque part* et les infrastructures n'ont pas été épargnées, entre autres parce qu'il était politiquement peu dommageable de prendre ces décisions. C'est seulement après plusieurs accidents graves et de nombreux constats alarmants sur la dégradation du réseau routier que les décideurs politiques ont lancé ces plans d'investissement.

Dans la littérature sur les effets d'évictions du capital public, il est possible de retrouver deux mécanismes régissant la relation entre le capital public et privé (Gagné et Haarman, 2011).

Premièrement, l'augmentation du capital public accroît la productivité et le rendement des investissements privés (Heintz, 2010), ce qui se traduit par un transfert des ressources vers l'investissement. Il y a alors un effet de complémentarité, une stimulation de l'investissement en capital privé suite à une augmentation du capital public.

Deuxièmement, à un niveau élevé d'investissement de la part du gouvernement, il est possible que les entreprises perçoivent ou subissent un désavantage compétitif et un préjudice économique car le gouvernement monopolise les ressources de financement et/ou réduit les opportunités en les capturant à leur place, tout en étant subventionné par les finances publiques. Les distorsions sur le marché des capitaux peuvent être importantes, surtout pour des pays où l'accès au financement externe est plus difficile (Daude et Cavallo, 2008). La pression sur la demande de capital fait en sorte que les taux d'intérêts sont plus élevés pour les investisseurs privés, compressant les rendements, et par le fait même, le niveau d'investissement des entreprises. De plus, il est possible que les nouvelles infrastructures n'apportent pas les résultats escomptés car elles sont mal planifiées, ne répondent pas aux besoins présents ou futurs et sont financées de façon telle qu'elles limitent l'accès au crédit, augmentent le coût des intrants ou encore réduisent la stabilité économique (Daude et Cavallo, 2008).

Il est donc possible que même si la relation entre le capital public et la production est positive dans son ensemble, le processus d'investissement en capital public crée des distorsions assez importantes pouvant décourager certains investissements privés. Dans la littérature, on remarque que les pays développés, ayant de meilleures institutions, une plus grande ouverture commerciale ainsi qu'un plus grand accès aux capitaux externes, sont moins affectés par ces distorsions (Daude et Cavallo, 2008).

Le réseau de transport est une composante importante de la performance économique d'un pays. Il affecte de trois façons la productivité : en agissant par le biais des mécanismes qui affectent l'économie dans son ensemble, les mécanismes microéconomiques ainsi que par les effets d'agglomérations (Gagné et Haarman, 2011). Il n'est pas nécessaire d'explorer ces effets en détails ; cependant, il est tout de même important de se rappeler les mécanismes indirects par lesquels les infrastructures affectent les investissements privés.

Dans les pays moins développés, où les infrastructures sont déficientes, un petit investissement, comme une route entre deux villes ou encore un port, peut faire une importante différence sur la productivité. Par contre, dans les pays développés comme le Canada, les effets sont moins prononcés car certains types d'infrastructures ont probablement atteint un seuil d'efficacité. Par exemple, même s'il y avait des investissements massifs dans la réfection des systèmes d'égouts des grandes villes, cela n'affecterait que marginalement la productivité des entreprises. On peut donc assumer qu'il y a un rendement marginal négatif quant au stock de capital public. L'intensité de l'effet dépend donc de la quantité ainsi que du type d'infrastructure (Gagné et Haarman, 2011).

Dans le cas du Canada et du Québec, il est intéressant de regarder l'effet des investissements en capital public mais surtout celui des infrastructures, en particulier celles liées au transport. Comme il y a une ouverture économique importante dans les pays développés, leur prospérité repose en grande partie sur le commerce ; ces infrastructures sont donc primordiales. En réduisant les coûts de transport, cela permet aux producteurs et aux acheteurs d'accéder à un plus grand marché, autant lors de la vente que lors de l'achat de leurs intrants. Une meilleure efficacité du réseau de transport fait en sorte que les investissements en capital privé offrent de meilleurs rendements. Il y aurait donc un transfert des ressources vers ces investissements lors d'améliorations de ce réseau.

Une particularité du Canada et du Québec est la faible densité de population et l'étendue du territoire, ce qui donne lieu à un immense réseau de transport ferroviaire, maritime et routier. De plus et à cause du climat très hostile envers les structures, il coûte extrêmement cher de maintenir la qualité du système (Gagné et Haarman, 2011).

Les études portant sur la relation entre capital public et privé sur des données du Canada sont principalement axées sur le capital public général et agrégées pour tout le pays (Harchaoui et Tarkhani, 2003). Certaines études privilégient la portion construction (Voss (2002), Kamps, (2004), Brox et Fader (2005), Macdonald (2008)) et d'autres y ajoutent les bâtiments, la machinerie et les équipements. Certains auteurs (Khanam (1996), Waters (1999)) utilisent le stock d'autoroutes pour évaluer l'impact des infrastructures en transport sur l'économie.

À la lumière de la littérature répertoriée, il semble qu'aucune analyse n'ait été réalisée sur l'effet des infrastructures dans son ensemble mais seulement pour le transport, les routes ou encore sur l'investissement en capital privé. Cette dimension globale constitue donc une particularité unique du présent mémoire.

En effet, la plupart des études se concentrent soit sur l'analyse des infrastructures en transport routier, Khanam (1996) et Waters (1999), soit sur l'analyse de l'investissement public agrégé Brox et Fader (2005), Harchaoui et Tarkhani (2003), Kamps (2004), Macdonald (2008) et Wylie (1995).

Une autre particularité de ce mémoire est l'utilisation d'une approche *top down* d'analyse des données en décomposant l'impact de l'investissement agrégé du capital public, les infrastructures et finalement les infrastructures de transport isolées. L'analyse des composantes de l'investissement devrait mettre en évidence l'importance économique des différents types de capitaux. Avec les résultats, il serait intéressant de pouvoir différencier l'impact des investissements et d'en faire ressortir un ordre de priorité pour une région développée comme le Québec ou le Canada.

De plus, la plupart des recherches ne s'en tiennent qu'aux données agrégées du pays et ne font pas d'analyses spatiales. Ce mémoire fait une différenciation des effets par province, pour vérifier si la relation entre capital public et capital privé dépend de la province, et donc des caractéristiques qu'on y retrouve. Les provinces avec les plus grandes concentrations d'industries et les plus hauts taux de commerce externe sont probablement plus exposées à une relation forte, surtout lorsqu'on regarde l'effet de l'infrastructure de transport.

Le reste de ce mémoire sera divisé comme suit : une revue des méthodes statistiques répertoriées dans la littérature ainsi qu'une explication de la méthodologie retenue, une description des données utilisées, la préparation des séries pour les modèles VAR, les résultats ainsi qu'une étude de sensibilité sur la méthodologie.

2 Revue des méthodes statistiques

L'étude de l'impact économique des infrastructures publiques remonte à Adam Smith (1723-1790). Dans son ouvrage sur *La Richesse des Nations*, il affirme qu'aucun individu ne pourrait tirer profit de la provision d'infrastructures publiques à cause des trop grands coûts liés à leur construction. Il était donc du devoir du souverain d'en faire la construction pour que la société en bénéficie (Harchaoui et Tarkhani, 2003). Depuis cette époque et jusqu'à Aschauer en 1989, les études reposaient principalement sur des analyses coûts-bénéfices (Girard, 2010).

La littérature moderne ne semble pas en arriver à un consensus sur la direction de l'effet. Cela est possiblement dû à la sensibilité des résultats face à la modélisation, les données, leur traitement ainsi que les paramètres.

Dans le débat sur les effets de l'investissement public, l'emphase est mise sur la relation entre les infrastructures et la production agrégée. Au travers, de ces recherches, on retrouve néanmoins des résultats sur le lien entre public et privé. Aschauer (1989a) a suggéré la possibilité que l'investissement public puisse générer des incitatifs pour le privé sur le long terme, et ce malgré un effet contraire à court terme dû à l'utilisation des ressources de financement. Avec ses résultats, il a démontré qu'une gestion active des investissements publics pouvait influencer les comportements privés. Grâce à une fonction de production Cobb-Douglas, il trouve que l'élasticité du PIB sur le capital public est positive. Il affirme alors que le déclin de productivité aux États-Unis depuis 1973 était en parti dû au manque d'investissement en infrastructure publique.

Plus précisément pour les études canadiennes, Wylie (1995), Harchaoui et Tarkhani (2003) et Kamps (2005) trouvent une relation de complémentarité entre le capital public et privé. Par contre, Voss (2002) démontre un effet négatif tant au Canada qu'aux États-Unis. De plus, plusieurs autres auteurs dont Khanam (1996), Paul, Biswal et Sahni (2004) et Brox et Fader (2005) trouvent la même relation pour le Canada. La littérature est plutôt hétérogène en ce qui a trait aux résultats. Il est donc difficile de conclure sur l'effet d'éviction à partir de ce qui a été fait auparavant.

Une portion importante de la présente revue de littérature se concentre sur les différents modèles utilisés lors de l'analyse de la relation entre les variables économiques. Une bonne modélisation

est primordiale étant donné la sensibilité apparente des résultats. Une analyse comparative des données et des tests économétriques utilisés sera présentée dans une section subséquente.

Nombreuses études, même si elles ne se concentrent pas précisément sur la relation entre capital public et privé, utilisent des méthodes pouvant servir à l'élaboration du mémoire. Il est donc intéressant de faire la revue des modèles les plus populaires afin de bien justifier mon choix de méthode économétrique. On retrouve généralement trois types de modèles dans la littérature : des modèles avec fonction de production, fonction de coûts et des modèles de séries temporelles à vecteurs autorégressifs (VAR).

2.1 Fonction de production

2.1.1 Présentation du modèle

Suivant la méthode d'Aschauer, la plupart des auteurs utilise une fonction de production pour faire leurs analyses. L'hypothèse derrière cette approche est que les entreprises n'utilisent pas seulement du capital privé et des ressources humaines, mais aussi du capital public, et en particulier les infrastructures. Les auteurs s'en servent surtout pour discerner la relation entre les infrastructures et la production économique afin de voir si l'investissement du gouvernement est un catalyseur efficace de la croissance économique.

Voici la forme générique d'une fonction de production dans laquelle A représente le niveau de productivité technique, L le travail, K le capital privé et G les dépenses du gouvernement en capital public pour chaque période t (Aschauer, 1989b) :

Grâce à cette fonction, il est possible de trouver l'élasticité du PIB par rapport aux intrants. Dans son papier, Ashauer utilise plus spécifiquement une forme Cobb-Douglas dans laquelle les α , β et γ sont les élasticités au PIB respectives de chacune des variables :

Kamps (2004) utilise aussi cette méthode, mais sous forme logarithmique, et présente cette équation économétrique où les coefficients sont l'élasticité de la production par rapport à chaque variable où α et β sont les coefficients de la constante et de la tendance:

Les auteurs tendent à parfois ignorer le rendement marginal décroissant des variables et étudient le problème de manière à ce que chaque unité supplémentaire d'un facteur ait le même effet que la précédente. De plus, ce type de fonction ne prend pas en compte le degré d'importance relative de l'intrant dans le processus de production (Macdonald, 2008). Même si peu réalistes, ces hypothèses facilitent tout de même l'analyse économétrique. Certains auteurs subséquents dénoncent les résultats obtenus, qui semblent trop grands, comparativement à ce que la théorie pourrait suggérer.

Wylie (1995) utilise une autre spécification pour son modèle à fonction de production : une Translog. Celle-ci prend en compte les critiques du modèle d'Aschauer précédemment décrites et s'écrit :

En étant plus flexible, cette spécification permet une visibilité sur la relation entre les variables pour savoir si elles sont complémentaires ou substitués. Par exemple, le coefficient α_{KG} identifie la relation que ce mémoire cherche à éclaircir. Un signe positif signifie une relation de complémentarité entre le capital public et privé et vice-versa (Wylie, 1995).

Dans le cadre de ses analyses sur les données américaines entre 1949 et 1985, Aschauer découvre qu'entre le capital public et privé, il y a initialement un effet d'éviction, mais que sur le long terme, les deux variables sont complémentaires (Aschauer, 1989a). Il démontre aussi que l'élasticité du PIB par rapport au ratio de capital public/privé se situe entre 0,39 et 0,56 (Aschauer, 1989b). De plus, il obtient une productivité marginale du capital public plus élevée que celle du privé. Cela veut donc dire que l'investissement en infrastructure génère d'importants impacts sur l'économie. À cette époque, les recherches subséquentes ont été alimentées par ces résultats qui semblaient trop grands pour être réalistes. Par contre, sa recherche a eu pour effet de revitaliser le débat public sur la place du gouvernement dans l'économie.

Avec sa forme Translog, Wylie (1995) obtient des résultats similaires à ceux d'Aschauer (1989b); soit une élasticité de 0,52 du PIB par rapport au capital public. Dans son étude, il trouve que le capital public agit comme un complément au capital privé.

Dans une autre étude, Khanam (1996) trouve une relation négative entre le capital public et privé en utilisant la même méthode, mais avec des données sur les investissements en infrastructure routière et le capital privé des industries productrices de biens. Elle utilise des données canadiennes pour une période allant de 1961 à 1994. Elle aussi, vient appuyer la thèse d'Aschauer en montrant une élasticité positive de 0,17 du PIB par rapport aux infrastructures en transport. Par contre, avec plusieurs tests de sensibilité sur la méthodologie, les provinces et les années, elle démontre que les résultats varient beaucoup et qu'ils peuvent être non-significatifs. Elle répond tout de même à plusieurs critiques classiques des fonctions de production à l'aide d'étude de sensibilités sur son modèle. Avec une méthodologie plus avancée, elle trouve néanmoins des résultats beaucoup plus faibles que ses prédécesseurs. Elle démontre aussi que les effets varient grandement entre les provinces, à travers le temps et qu'ils semblent s'affaiblir avec le temps.

En utilisant des données avec un plus grand nombre de secteurs, donc plus agrégées, Walters (1999) conclut qu'il n'y a pas de relation significative avec les infrastructures d'autoroutes et la production mais qu'il y en aurait une pour le reste des infrastructures.

Dans son étude sur les pays de l'OCDE de 2004, Kamps (2005) trouve une relation positive et significative pour 18 des 22 pays analysés. Dans le cas du Canada, il trouve une élasticité de 1,54.

Dans une étude très récente, Hanato (2010) tente une approche différente. Selon lui, il n'y a pas de consensus dans la littérature car les auteurs ne prennent pas en compte la relation de long terme qui existe entre le capital public et privé. Selon les tests qu'il a effectués sur les données du Japon, il démontre qu'il existe un ratio de long terme entre capital public et privé. Lorsque les deux variables ne sont pas à leur ratio d'équilibre, il y a un mécanisme de correction d'erreurs qui ramène, grâce aux réactions des agents privés, le ratio à l'équilibre. Avec son modèle à correction d'erreurs, il trouve un effet de complémentarité car lorsque l'investissement public augmente, le privé doit suivre afin de maintenir l'équilibre. Au Canada, on voit clairement une

divergence entre le stock de capital public et privé. Ce dernier croît beaucoup plus rapidement et il n'y a donc pas de ratio de long terme fixe dans les données canadiennes. Le modèle d'Hanato ne peut donc pas être appliqué au Canada et il n'est qu'utilisable dans la situation particulière de stagnation que le Japon vit depuis plusieurs années.

2.1.2 Limites de la fonction de production

Selon Khanam (1996), plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats et créer cette variabilité entre les résultats des études précédentes sur l'effet d'éviction entre le capital public et privé. La trop grande agrégation des données, tant géographique que sectorielle, ne permet pas de bien discriminer la force des différents effets. De plus, il estime que les erreurs de mesures, la diversité des spécifications des modèles et les techniques économétriques sont des éléments qui introduisent des divergences dans les résultats.

Un autre problème relevé dans la littérature est l'utilisation de séries temporelles non-stationnaires. Il est possible que les résultats ne soient que le fruit de tendances communes (Canning et Bennathan, 2000). Selon Tatom (1991), il semble que les estimés soient plus bas et non-significatifs lorsque les auteurs utilisent les données en première différence afin de contrôler cette non stationnarité.

De plus, l'utilisation d'une fonction de production donne lieu au problème de lien de causalité entre les variables. La plupart des auteurs supposent un ordre logique dans la chaîne causale ; l'investissement en infrastructure promeut l'investissement privé, le travail et ensuite la production. Il est par contre possible que la relation inverse existe et qu'un plus haut PIB ou un plus important stock de capital privé augmente le besoin en infrastructures, et donc l'investissement par le gouvernement (Girard, 2010). Il est facilement concevable que le gouvernement réagisse aux demandes et n'agissent pas de son plein gré afin de stimuler l'économie. Les variables utilisées dans les modèles ne sont peut-être pas exogènes comme il serait requis afin d'obtenir des résultats solides.

Malgré la possible désuétude des modèles à fonction de production au niveau technique, ils restent quand même utilisés afin de faire des tests de validité sur les résultats obtenus avec

d'autres méthodes. Je comparerai donc mes résultats avec ceux trouvés par les autres auteurs à l'aide de cette méthode.

2.2 Fonction de coûts

2.2.1 Présentation du modèle

Ce type de modèle sera étudié moins en profondeur car il est construit afin d'identifier les liens entre les intrants et le PIB, et non les liens entre les intrants. La fonction de coût est, par contre, souvent utilisée car elle permet de définir un rendement sur les investissements en infrastructure par une approche de minimisation des coûts. Si l'investissement arrive à réduire les coûts de production des entreprises, alors il est profitable d'en faire davantage.

Plusieurs auteurs ont utilisé des fonctions de coûts, dont Macdonald (2008). Les résultats de la relation entre les investissements en infrastructure et le PIB sont souvent positifs, significatifs et plus réalistes qu'avec la fonction de production (Macdonald, 2008). Dans son étude, Macdonald trouve une élasticité du PIB par rapport aux infrastructures de 0.1176. La plupart des auteurs ne tirent pas de conclusions sur la relation entre capital public et privé.

Les études avec fonctions de coûts sur les données canadiennes ne forment pas de consensus. Brox et Fader (2005) obtiennent des résultats contraires à Harchaoui et Tarkhani (2003) et à Wylie (1995) en trouvant un effet de substitution entre les deux variables. Paul, Sahni et Biswal (2004) trouvent aussi une relation négative. Les résultats des études avec des fonctions de coûts sur des données canadiennes n'arrivent donc pas à un consensus.

2.2.2 Limites de la fonction de coûts

Il y a par contre plusieurs limites à l'utilisation de fonctions de coûts. Comme c'est le cas avec la fonction de production, il est difficile de concevoir que le prix des intrants soient parfaitement exogènes (Girard, 2010). Il pourrait donc y avoir des problèmes économétriques liés à l'utilisation de modèles à fonction de coûts.

De plus, ce genre de modèle ne calcule que les bénéfices de réductions de coûts pour les producteurs, et non ceux obtenus par les autres agents. L'offre n'est bien sûr qu'une portion de l'équation dans l'économie. Dans ces modèles, on ne prend pas en compte le gain pour les

consommateurs (Girard, 2010). Il est donc raisonnable de penser que ce sont des estimations incomplètes mais qui toutefois identifient probablement une frontière minimale des bénéfices totaux pour la société.

2.3 Modèle VAR

2.3.1 Présentation du modèle

Afin de contrer les limitations des modèles présentés précédemment, les économistes ont commencé à partir des années 90 à étudier le problème avec une approche différente, soit un modèle à vecteurs autorégressifs. Le VAR est intéressant car il n'impose pas de restrictions sur la causalité entre les variables et c'est plutôt l'auteur qui pourra en décider lors de l'identification de son modèle. De plus, il permet de prendre en compte les liens directs et indirects entre les variables qui sont parfois, plus complexes (Di Giacinto, Micucci et Montanaro, 2009).

Seulement quelques auteurs ont analysé la relation entre le capital public et privé avec des modèles VAR, et très peu avec des données canadiennes. Plusieurs auteurs dont Erenburg (1993), Erenburg et Wohar (1995), Albala-Bertrand et Mamatzatis (2004), Kamps (2005), Pereira et Andraz (2005) ont trouvé des effets positifs à long terme avec des séries chronologiques de différents pays. Di Giacinto et a. (2009) montre une élasticité significative de 0.54 pour l'Italie avec un modèle VAR. Grâce à une étude portant sur 14 pays de l'Union Européenne, le Canada, le Japon et les États-Unis et une spécification différente visant à obtenir le rendement sur des investissements en capital public et privé, Afonso et St-Aubun (2008) trouvent de l'effet d'éviction dans le cas, en autres, du Canada.

La méthode VAR permet de voir l'impact d'un choc en capital public sur le capital privé par l'analyse d'une réponse d'impulsion qui distribue les réactions des variables face au choc. Seulement quelques études ont été réalisées à partir de la méthode VAR sur l'économie canadienne. Voss (2002) étudie les dynamiques entre l'investissement public et privé en utilisant six variables. La conclusion principale de Voss (2002) est qu'un choc exogène du capital public d'un pour cent correspond à une réduction de 0,69% en investissement privé au cours des 4 années suivantes. Ses résultats sont robustes aux changements de l'ordonnancement des variables (Voss, 2002). Kamps (2005) trouve que les réponses d'impulsion, suite à un choc du public,

donnent une réduction initiale du capital privé, suivi d'une incitation positive sur le long terme. Son modèle montre une élasticité de long terme du capital privé par rapport au capital public de 1.54 (non significative). Il trouve aussi des relations inverses entre les variables, ce qui justifie l'utilisation du VAR afin de contrôler pour l'endogénéité des variables, ce que les autres types de modèle ne peuvent faire.

Dans son analyse, Girard (2010) présente des fonctions d'impulsions en identifiant d'abord le modèle afin qu'il soit capable d'en retirer des réponses pour tous les paramètres. Pour que le modèle soit identifié, il faut, entre autres, qu'il y ait autant de variables inconnues que de nombres d'équations à résoudre. Pour faire l'orthogonalisation du système, il utilise la décomposition de Choleski², comme dans l'étude de Kamps (2005). Les variables doivent être ordonnées de façon adéquate en imposant des restrictions sur les relations afin d'identifier le modèle.

Girard (2010) utilise les actifs résidentiels et non-résidentiels comme variable de capital privé. Pour le capital public, il prend l'agrégat du stock net de tous les types d'infrastructure. Dans les sections subséquentes, je détaille les différences entre ses séries et celles que je prends pour mon modèle. Girard (2010) fait des tests de cointégration avec deux méthodes : le test Engle-Granger et celui de Johansen. Dans le premier cas, il ne trouve aucune cointégration entre les variables mais avec le test Johansen, il y en a entre un et trois. Il prend donc le temps de faire des estimations avec les deux spécifications. Ses résultats sont similaires à ceux obtenus par Kamps (2005). Même si son étude principale porte sur la relation en le capital public et la production, la méthode VAR utilisée par Girard (2010) permet aussi de calculer la relation que je cherche à établir. Son étude montre que pour le Canada, un choc d'un pour cent sur le capital public se répercute par une augmentation à long terme de 0,67% sur le capital privé. Il y a par contre des différences de résultats entre les provinces. Dans le cas du Québec, il trouve 0,57%, une valeur significative à 68%, barème pour les VAR établi par Kamps (2005) dans son étude. La plupart des provinces ont aussi des relations positives et significatives, donc complémentaires, sauf pour l'Alberta, l'Île du Prince-Édouard et l'Ontario. L'Alberta semble sortir du lot; son coefficient est

² L'algorithme de décomposition de Choleski permet l'identification du modèle, en imposant des matrices triangulaires, afin que les relations entre les variables aient un ordonnancement voulu, souvent selon une théorie économique sur l'interaction entre ces variables.

de -2,08%. Girard (2010), suivant la logique de Kamps (2005), explique cette différence par le faible ratio capital/PIB, comparativement aux autres provinces.

Afin de pouvoir conclure sur la causalité entre les variables, Girard (2010) vérifie s'il y a causalité au sens de Granger. S'il y a un mécanisme de retour (*feedback loop*) à partir des variables endogènes vers le capital public, cela veut dire qu'il faut aussi traiter la portion publique comme endogène. Comme mentionné précédemment, cela justifie l'utilisation d'un VAR dynamique qui prend en compte le fait qu'une augmentation du capital privé peut entraîner une réaction du capital public. L'auteur trouve que dans certaines provinces, un choc de capital privé entraîne une réduction du capital public. Pour terminer son analyse, il fait des tests de sensibilité, en changeant l'ordonnancement des variables à la manière de Kamps (2005), et vient renforcer ses conclusions car le sens des relations ne change pas.

2.3.2 Limites du VAR

Avec la technique VAR, on peut voir que l'effet dépend de la région géographique, la période, la fréquence des données et les variables incluses. Cela fait en sorte que les résultats varient grandement d'un auteur à l'autre. Un autre point faible de la technique VAR est qu'il faut établir la relation entre les variables afin de bien ordonner le modèle. De plus, étant donné le nombre limité de données, souvent causé par la fréquence annuelle des données disponibles, les résultats tendent à être moins robustes (Kamps, 2005). On peut remédier à cette situation en utilisant un panel, mais cela requiert encore plus d'hypothèses, qui ne sont pas toutes simples à appliquer. Une dernière critique de la méthode est que les résultats obtenus par les différents auteurs sont souvent statistiquement non significatifs. Il faut donc vérifier les résultats des fonctions d'impulsions avec des intervalles de confiance à afin d'en inférer la significativité. Il faut donc être prudent lorsqu'on tire des conclusions à partir de modèles VAR (Kamps, 2005).

Comme on peut le constater suite à cette revue de littérature, il n'y a pas eu beaucoup d'études faites spécifiquement avec un modèle VAR sur des données canadiennes, et encore moins d'un point de vue d'une politique gouvernementale québécoise. Dans le cadre du présent mémoire, il sera intéressant de regarder le Canada dans son ensemble, de faire une comparaison entre les provinces ainsi qu'entre les types d'infrastructure afin de mieux identifier les effets. Mon mémoire permettra donc non seulement de comparer la situation du Québec avec celle du

Canada et des autres pays développés, mais aussi d'éclaircir sur les besoins de politiques d'investissement en infrastructure au Québec.

3 Données utilisées

Dans ce chapitre, je présente les données utilisées pour mes modèles VAR à quatre variables. Les séries de données requises pour tester la présence d'effets d'éviction sont le capital public, le capital privé, une mesure de l'emploi et une mesure représentant la production, le produit intérieur brut.

3.1 Capital public

Le capital public est défini comme étant les actifs provenant de l'investissement par le gouvernement. Il englobe l'investissement en infrastructures et en bâtiments mais aussi l'investissement en services publics tels que la police, l'éducation et la santé (Banister et Berechman, 2000).

Les infrastructures sont des biens publics et ont une utilisation non-exclusive mais souvent rivale. Les biens publics sont donc sujets à des défaillances de marché. Comme aucun agent ne peut internaliser les bénéfices du service rendu, ces biens ne sont pas produits de façon optimale. Au Canada, et particulièrement au Québec, les infrastructures sont presque entièrement fournies par le gouvernement pour justement contrer les défaillances de ce marché.

Il existe, tout de même, plusieurs endroits dans le monde où les infrastructures sont de nature privée. Pour qu'un tel marché fonctionne, le gouvernement doit souvent intervenir en octroyant un monopole ou en imposant une réglementation importante par le contrôle de la tarification et de la production. Par exemple, au Royaume-Unis, les infrastructures d'eau courante sont privées. En contrepartie, Ofwat, l'organisme de réglementation, établit les barèmes de rendement sur capital que les compagnies peuvent générer. Les entreprises ont donc une valeur « *Real Asset Value* » ou RAV définie d'avance. Ils doivent donc ajuster leur prix de vente afin de ne pas dépasser cette valeur. Cet exemple démontre l'imposante réglementation requise afin de soutenir un marché d'infrastructures privées.

3.1.1 Nature des données sélectionnées

Selon le Système de Classification Industriel d'Amérique du Nord (SCIAN), les investissements du gouvernement sont répertoriés sous le code 91, suivi du 1, 2 ou 3, pour définir le palier de gouvernement responsable. C'est à partir de ces données que je ferai l'étude sur les effets d'éviction. Les données annuelles proviennent de Statistique Canada et sont disponibles pour une période allant de 1961 à 2009 et ce, pour chaque province. Les trois territoires canadiens, le Yukon, le Nunavut et les Territoires du Nord-Ouest sont exclus de l'analyse car les données avant 1980 ne sont pas disponibles.

Statistique Canada divise en plusieurs catégories les données d'investissement du gouvernement : les bâtiments, les infrastructures, les équipements de télécommunication, les fournitures de bureau, la flotte de véhicules... Les données n'ont pas toutes la même importance pour mon étude. Je m'intéresse surtout aux infrastructures, car ce type d'investissement est le plus susceptible d'engendrer des effets positifs pour les entreprises (Gagné et Haarman, 2011). Comme l'effet d'éviction provient en partie du financement des dépenses du gouvernement, il est judicieux de quand même tester mon modèle avec l'agrégat des dépenses du gouvernement pour voir si les autres types ont des effets sur l'investissement en capital privé des entreprises.

Pour l'analyse principale de mon étude, j'utilise les données répertoriées par Statistique Canada sous le code 5090 « total des travaux de génie. » Cette catégorie comprend les infrastructures marines, de transport, l'ingénierie hydraulique, les égouts ainsi que les autres travaux d'ingénierie. Beaucoup d'auteurs analysent seulement les infrastructures de transport car selon eux, ce sont celles qui augmentent le plus la productivité des entreprises en augmentant la fluidité du commerce et de la main d'œuvre. De plus, les infrastructures représentent une importante proportion du stock de capital public (63,5% en 2009). En plus de travailler avec l'agrégat des travaux d'ingénierie, j'analyse l'impact des infrastructures de transport afin d'établir l'importance de l'impact de cette catégorie.

3.1.2 Constats préliminaires

Dans la littérature sur les effets d'éviction, les auteurs utilisent plusieurs mesures pour les données du capital public. Il est possible d'utiliser l'investissement, soit le capital que le gouvernement injecte ou encore le stock, qui représente le niveau des infrastructures. Pour mon

étude, j'utilise le stock net en fin d'année fourni par Statistique Canada. Le stock net est construit en additionnant le stock du début d'année, l'investissement et la dépréciation linéaire. Cette mesure permet de prendre en compte les rendements marginaux décroissants du capital public, ce que l'investissement seul ne peut faire. Dans le dernier cas, il n'y aura pas de différence entre l'effet un dollar dépensé dans sur un petit réseau et celui dépensé sur un gros réseau. Normalement, on devrait s'attendre à ce que le dollar investit sur un plus grand réseau a un effet moins grand. La dépréciation permet de modéliser l'impact de la désuétude qu'un actif peut subir avec le temps. Une construction ancienne et en mauvais état aurait donc moins de valeur productive qu'une nouvelle. Il est possible de débattre sur l'utilisation du stock net ou brut (sans dépréciation) car une vieille route, si toujours empruntable, a possiblement le même effet qu'une nouvelle sur la productivité des entreprises qui s'en servent car elle est encore utilisable.

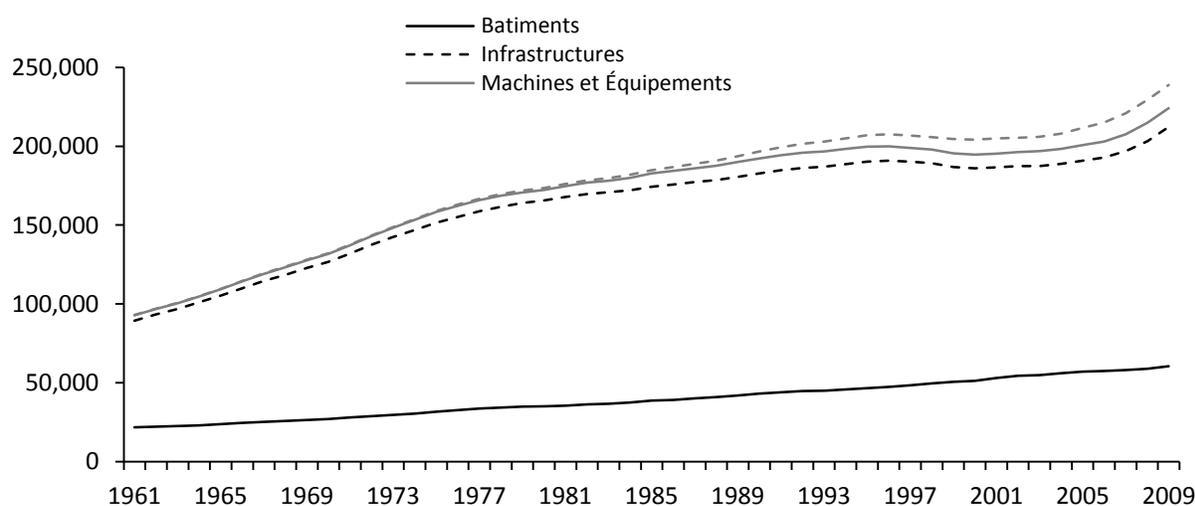
D'autre part, un actif plus ancien demande plus d'entretien, induisant des périodes où il est inutilisable afin d'y effectuer les travaux d'entretien. Par exemple, lorsque le Pont Champlain ferme pour réparations, il ne peut accomplir correctement son rôle pour le transport. Même si l'utilisation de la dépréciation requiert des hypothèses sur la durée de vie des actifs, elle permet néanmoins, faute de meilleurs estimateurs, de prendre en compte l'effet de vieillissement. Le stock net est donc un bon estimateur de la valeur économique des infrastructures (Girard, 2010).

En utilisant la valeur monétaire du stock de capital, le modèle ne prend pas en compte l'efficacité d'utilisation de l'actif. Certaines études utilisent donc des estimations physiques du niveau d'infrastructure dont par exemple, le kilométrage total du réseau routier, afin d'intégrer une composante représentant la capacité du réseau. Comme les caractéristiques de l'efficacité des différents types d'investissement sont difficiles à établir et à mesurer, il est préférable d'utiliser une mesure commune, la valeur monétaire.

La figure 3-1 représente l'évolution du stock net de capital public au Canada. On peut apercevoir que les infrastructures ont, au fil des années, toujours eu une place prédominante : variant de 72,8% en 1961, à 75,2% en 1980 et à 63,5% en 2009. Il faut toutefois noter récemment une réduction de l'importance relative des infrastructures qui est due, en grande partie, à l'arrivée des technologies de télécommunication, catégorie d'actif qui a crû à plus de 6% depuis 1990, alors que le capital total a crû de seulement 1%. On peut aussi constater que, suite aux politiques de

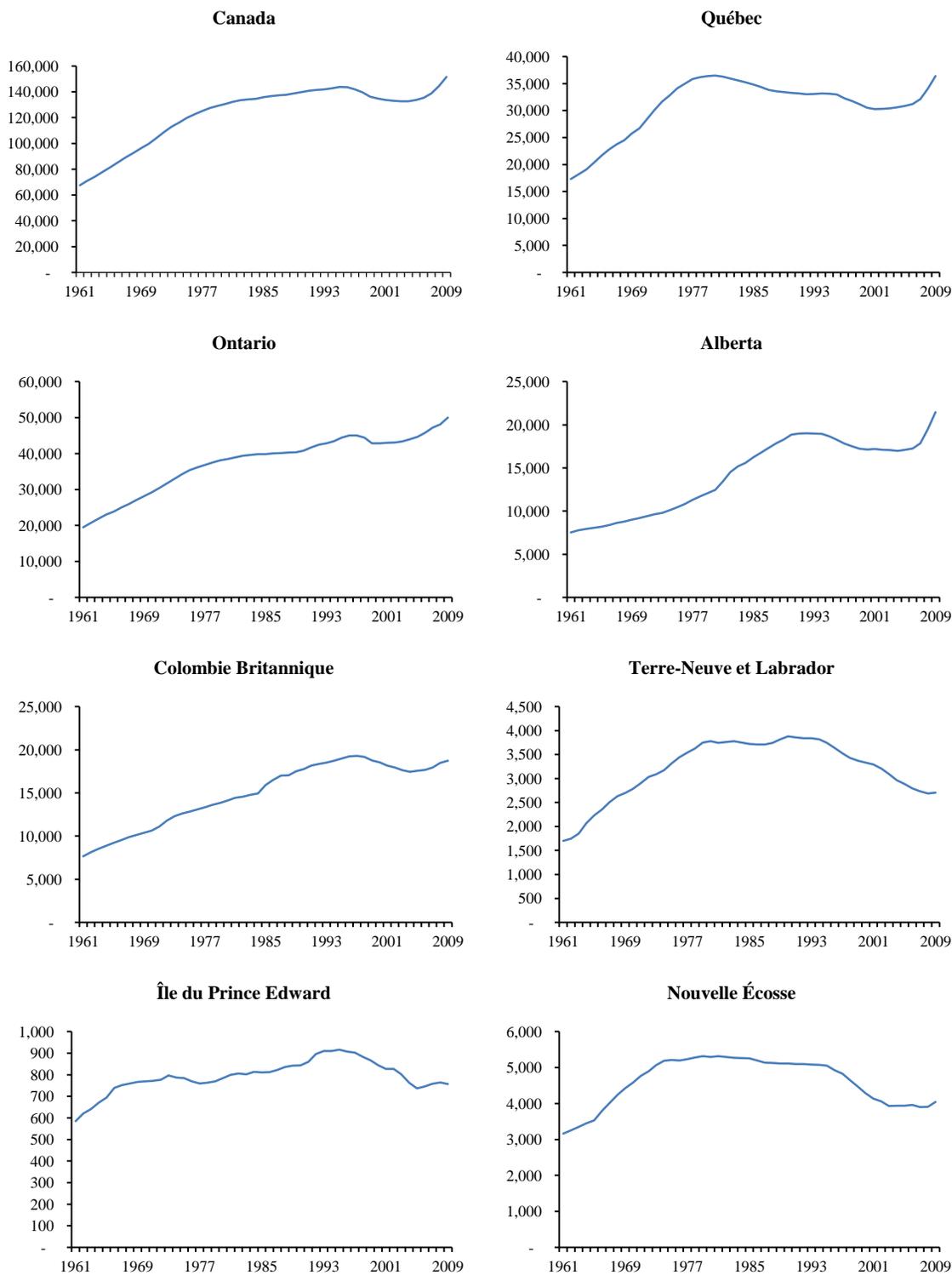
rééquilibrage budgétaire des divers paliers du gouvernement, il y a eu une forte réduction des investissements entre 1995 et 2004. L'investissement reprend par la suite avec force au début des années 2000 et lors de la crise financière et ce, dans le but de stimuler l'économie et de rattraper le manque d'investissement en infrastructures.

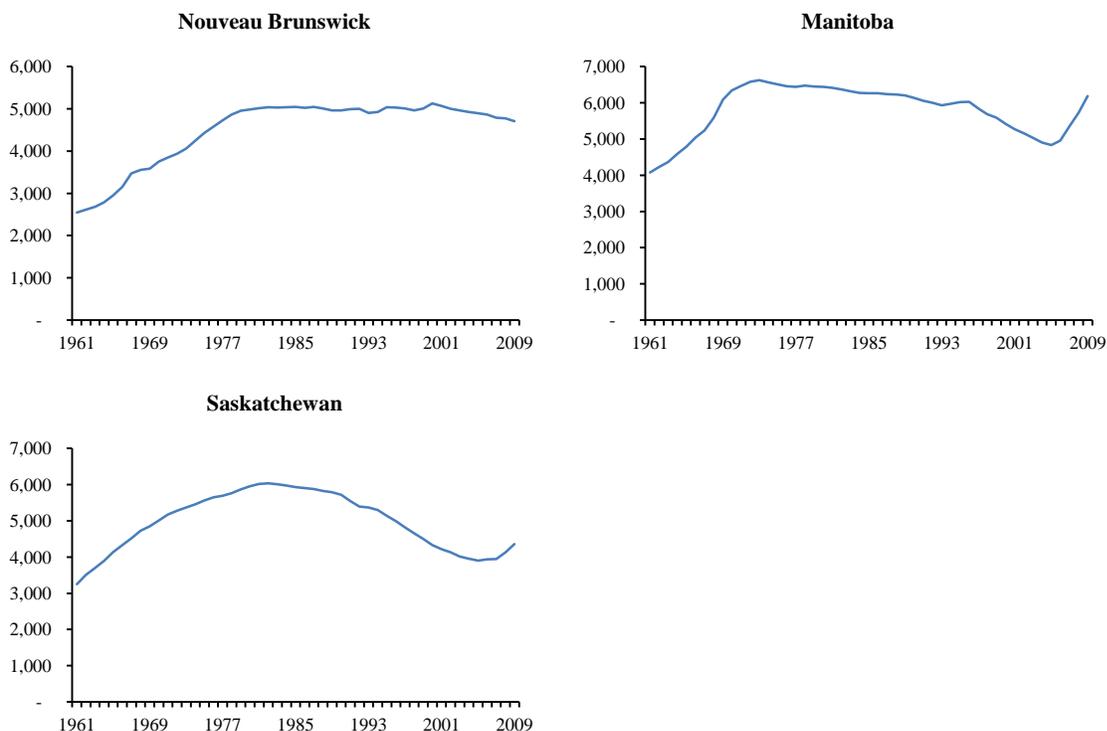
Figure 3-1 Répartition du stock de capital public (en millions de dollars de 2002)



En analysant l'évolution du capital public en infrastructures de chaque province (figure 3-2), on remarque d'importantes divergences. Ces politiques d'investissement différentes d'une province à une autre forment une expérience naturelle qui tester l'effet d'éviction dans des situations différentes (taille de la province, population, richesses etc.). En ayant des séries pour chaque province, il est possible de tester la relation plusieurs fois et ce, dans des conditions différentes et voir si certaines politiques sont plus efficaces que d'autres.

Figure 3-2 Stock net d'infrastructures par province (en millions de dollars de 2002)

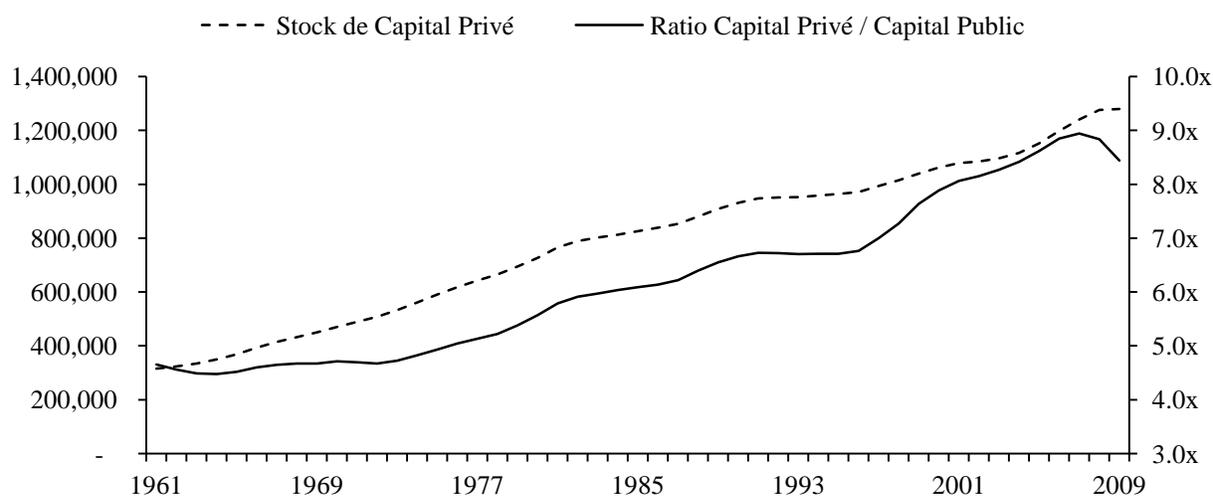




3.2 Capital privé

Il semble y avoir un meilleur consensus sur l'utilisation des données de capital privé. La seule différence notable entre les études est l'inclusion, ou non, des données résidentielles. Pour mon étude, je ne les inclus pas car le capital résidentiel n'est pas productif au même sens que le reste des équipements de production des entreprises.

De la même façon que le capital public, il est possible d'avoir les données pour chaque catégorie d'investissement. J'utilise l'agrégat du stock de capital privé des entreprises, qui est disponible sous le code 992 à Statistique Canada. La série comprend les bâtiments, les travaux d'ingénierie ainsi que les machines et équipements pour chaque province, de 1961 à 2009. Pour fin de comparaison avec le capital public, j'utilise le stock net du capital en fin d'année, tel que défini par Statistique Canada.

Figure 3-3 Capital privé au Canada (en millions de dollars de 2002)

Avec la figure 3-3, on constate que le capital privé prend beaucoup d'importance avec le temps; le ratio de capital privé sur capital public passe de 4,7 en 1961 à 8,4 en 2009. Le capital privé a crû à un rythme annuel de 2,9% alors que le capital public a crû à un taux de seulement 1,7%. Les entreprises prennent donc une plus grande place dans l'économie canadienne.

3.3 Emploi

La série utilisée dans mes modèles pour représenter l'emploi est le nombre total de travailleurs. La mesure est composée de chaque personne travaillant pour un revenu ou effectuant du travail familial non rémunéré. Les données après 1966 incluent les travailleurs âgés de 15 ans ou plus alors que précédemment, ceux de 14 ans ou plus. Les personnes qui ne sont pas au travail pour cause de maladie, de vacances, de grèves sont incluses. Les séries ont été compilées à partir des données de Statistique Canada et du Bureau Fédéral de la Statistique pour les années antérieures à 1976.

Certains auteurs estiment que l'utilisation des heures travaillées est plus appropriée car les employés peuvent travailler différents nombres d'heures (temps plein, temps partiel et travail saisonnier). Malheureusement, les données sur les heures travaillées par province ne sont pas disponibles pour une période allant jusqu'à 1961. Une étude de l'OCDE montre, par contre, que la corrélation entre le nombre d'employés et les heures travaillées est pratiquement parfaite pour

le Canada (Jong-A-Pin et De Haan, 2008). L'utilisation du nombre de travailleurs est donc une très bonne mesure du travail. Pour les fins de l'étude entre les provinces d'un même pays, où les habitudes de travail sont semblables, la mesure du nombre de travailleurs est adéquate.

3.4 Produit intérieur brut national et provincial

La dernière variable dans la chaîne de causalité économique du capital public est la mesure de production de l'économie, le produit intérieur brut (PIB). Pour mon étude, j'utilise les données fournies par Statistique Canada. Pour la période de 1961-1976, les données de la mesure de l'Indice de Prix Industriels (IPI) provincial ne sont pas disponibles. Il faut donc utiliser l'IPI canadien afin de convertir la mesure du PIB provincial nominal vers un PIB réel en dollars constant de 2002. L'utilisation du même déflateur pour chaque province crée un manque de variation entre les provinces, ce qui réduit la capacité du VAR à différencier les effets. Il est possible que cette méthode fausse les résultats de mes modèles lorsque je teste les impacts du capital public à l'aide des données provinciales.

L'on peut constater avec la figure 3-4 qu'il y a une diminution, pour toutes les provinces, du ratio d'infrastructures sur PIB. Cela veut dire qu'une augmentation du stock d'infrastructures n'est pas un élément nécessaire à la croissance économique dans une économie développée. Avec le temps, les infrastructures publiques atteignent possiblement un certain seuil de productivité, au delà duquel, la construction de nouvelles infrastructures n'a qu'un impact marginal. Conformément aux conclusions pouvant être tirées du graphique précédent; le capital privé semble remplacer le capital public en tant que vecteur de croissance.

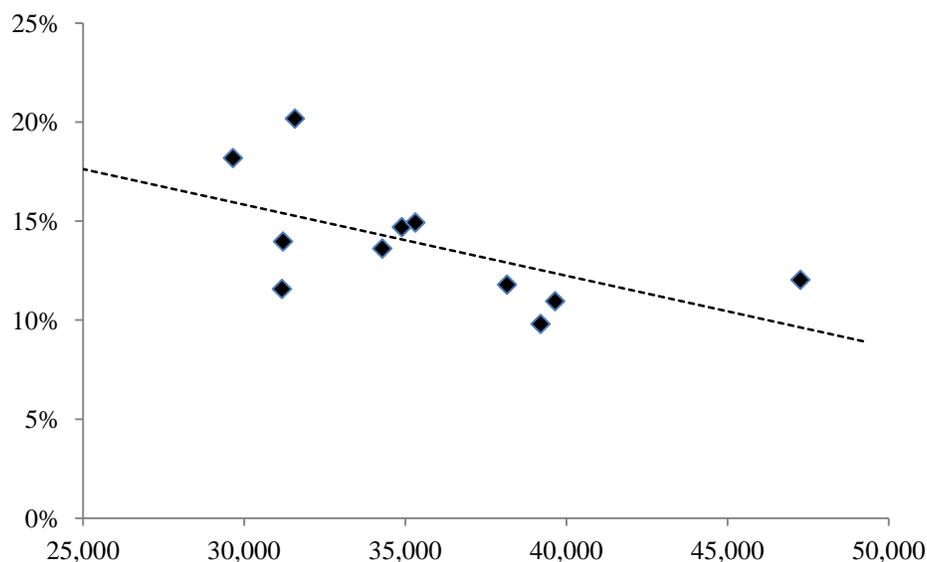
Figure 3-4 Ratio du stock d'infrastructures sur le PIB

Région	1961	1985	2009
Canada	25.6%	18.7%	11.6%
Québec	23.1%	21.2%	13.6%
Ontario	18.1%	13.9%	9.8%
Alberta	45.1%	18.3%	12.0%
Colombie Britannique	27.6%	18.5%	11.6%
Manitoba	31.4%	22.5%	14.7%
Nouveau Brunswick	33.8%	36.3%	20.2%
Nouvelle Écosse	28.8%	27.8%	14.0%
Île du Prince Edward	48.7%	34.1%	18.2%
Saskatchewan	36.1%	24.0%	11.0%
Terre Neuve et Labrador	37.4%	36.6%	14.9%

La figure suivante (3-5) illustre une relation négative et significative entre le ratio des infrastructures sur le PIB et la production par habitant d'une province. Cette relation vient appuyer l'hypothèse d'un possible seuil d'efficacité des infrastructures publiques. Cet effet peut par contre aussi venir du fait qu'il y ait des coûts minimums ou coûts fixes associés à la construction de certaines infrastructures nécessaires au bon fonctionnement de l'économie provinciale.

La taille et les coûts de ces infrastructures ne dépendent pas toujours de la taille de l'économie ni du nombre d'habitants. Tel que mentionné dans l'introduction, les caractéristiques des infrastructures sont aussi influencées par la taille et la géographie de la province ainsi que la densité de la population. La présence d'un stock de capital minimal requis vient donc fausser la relation entre les infrastructures et le PIB. De plus, cette relation montre que l'élasticité long terme du PIB par rapport aux infrastructures ne peut être plus grande que 1,0.

Figure 3-5 Relation entre le ratio du stock d'infrastructures sur le PIB et PIB réel par habitant



4 Analyse pré-estimation des données

4.1 Stationnarité

Dans le cadre d'une utilisation d'une série temporelle dans un modèle VAR, il est essentiel qu'elle rencontre une caractéristique importante, la stationnarité. Par contre, pour l'utilisation de séries dans un modèle VAR multivarié, comme dans ce mémoire, l'utilisation de séries non-stationnaires est possible, mais les résultats sont dit super-convergentes si les séries sont stationnaires. De plus, les séries de données macroéconomiques sont souvent soumises à des problèmes de cointégration, c'est-à-dire de relations long-terme. Pour palier à ce problème, il est préférable d'utiliser des séries stationnaires. Il est à noter qu'au même moment de l'écriture de ce mémoire, le Centre sur la productivité et la prospérité de l'Institut d'économie appliquée de HEC Montréal travaillait avec les mêmes données. La conclusion de leur analyse était que l'utilisation de méthodes prenant en compte la cointégration n'ajoutait pas à l'étude avec un VAR multivarié ordinaire car les résultats n'étaient pas significatifs. Une série est dite stationnaire si elle a une moyenne nulle, donc pas de tendance, une variance stable dans le temps ainsi qu'une covariance indépendante du temps. En regardant les séries temporelles du stock d'infrastructures publiques

de la figure 3-2, on remarque qu'elles ne rencontrent pas les critères de stationnarité énoncés. Il existe plusieurs tests statistiques pour déterminer si une série est stationnaire. Le plus populaire, par sa simplicité, est le test Dickey-Fuller Augmenté (« ADF ») qui vérifie la présence d'une racine unitaire dans la série, en analysant la corrélation entre les résidus du modèle autorégressif avec p retards. La somme des coefficients p d'un modèle $AR(p)$ doit être plus petite que 1 afin d'éviter qu'un choc aléatoire ait des répercussions sur les données jusqu'à l'infini.

La procédure à suivre pour rendre une série stationnaire doit être appliquée sur chacune des séries de mon étude. Il faut d'abord transformer les données en base logarithmique et ensuite trouver le nombre de retard optimal pour la série. Cela peut être fait avec plusieurs critères de sélection : Akaike, Schwartz, vraisemblance maximale, etc. On peut aussi vérifier si les résidus du modèle avec p retards sont des bruits blancs à l'aide d'un test Ljung-Box (Kamps, 2005). Par principe de parcimonie, il est préférable de prendre le modèle avec le plus petit nombre de retards. Dans la littérature sur les effets d'éviction, on retrouve généralement entre 1 et 4 retards optimaux pour des séries de capital public, privé, d'emploi et de PIB.

Une fois le retard optimal choisi, le test ADF peut déterminer si la série est stationnaire. Les valeurs critiques pour le test ADF du logiciel EViews sont celles compilées par Davidson et MacKinnon (1993). S'il n'est pas possible de rejeter l'hypothèse nulle de racine unitaire à un niveau de significativité de son choix, il faut essayer de nouveau, mais cette fois avec la série en première différence. Il faut, de nouveau, trouver un retard optimal pour la série différenciée. On doit répéter la procédure jusqu'à ce que le test ADF rejette l'hypothèse de racine unitaire.

4.2 Constats préliminaires

Les résultats d'analyses de stationnarité sont comparables à ceux que l'on retrouve dans les études précédentes. Les séries de produit intérieur brut et de l'emploi sont généralement intégrées d'ordre 1; il ne faut les différencier qu'une seule fois. Les séries de stock de capital sont principalement intégrées d'ordre 1 ou 2. Par contre, malgré une double différenciation des séries de capital public et privé, il semble que les résidus des modèles ne soient pas des bruits blancs. Il est possible que les séries subissent de la cointégration ou qu'elles aient des tendances non linéaires communes. L'annexe 1 présente les résultats des tests de stationnarité ADF pour chacune des séries utilisées dans ce mémoire.

5 Méthodologie

5.1 Modèle économétrique

Le modèle économétrique de base utilisé dans le cadre de ce mémoire est dérivé de celui développé par Kamps (2005) lors de son étude sur les pays de l'OCDE. L'histoire économique derrière son modèle est que le secteur public n'est pas influencé de façon contemporaine par le capital privé, ce qui implique que les décisions du gouvernement en termes d'investissement sont indépendantes des autres variables. Le capital public est donc la variable la plus exogène. Les autres variables réagissent ensuite au choc du capital public. Il est supposé que le capital public ne réagit pas aux autres chocs de la même période à cause du temps de réaction du gouvernement. La collecte d'information ainsi que la prise de décision par le gouvernement peuvent être des processus plutôt longs. Avec les données annuelles utilisées pour cette étude, l'impact est potentiellement moins important qu'avec l'utilisation de données trimestrielles, mais il est tout de même présent.

La première variable à réagir suite au choc public est le capital privé suite aux réactions des marchés financiers, au travers lesquels l'augmentation des investissements du gouvernement se traduira par une augmentation du coût d'emprunt ou d'une limitation à l'accès au crédit pour les entreprises. Ensuite, le travail, grandement impacté par la prise de décision des entreprises, est affecté par le capital public et privé (Kamps, 2005). Finalement, suivant la fonction de production, la production est affectée de façon contemporaine par les trois autres variables. Cet ordonnancement est plus facile à justifier lorsqu'il y a utilisation de données trimestrielles. Par contre, étant donnée l'accès limité à des données trimestrielles pour l'investissement tant privé que public du Canada pour cette étude, il est tout de même défendable d'utiliser cet ordonnancement afin d'être consistant avec la théorie et la littérature.

Voici les équations en forme réduite du modèle général :

où sont les erreurs de la forme réduite pour le capital public (G), le capital privé (K) le travail (L) et le PIB (Y). Les termes représentent les chocs structurels. La matrice triangulaire de la forme matricielle de ces équations est composée des éléments α_{ii} et est le résultat de la décomposition de Cholesky. Elle permet donc d'identifier le modèle en réduisant le nombre de coefficients à estimer. Si on fait la multiplication matricielle, on remarque que le capital public (G) n'est qu'affecté par son propre choc. Ensuite, le capital privé (K) est impacté par le choc du capital public. Mêmes résultats pour l'emploi (L) qui a comme déterminants les deux variables précédentes. Finalement, la production (Y) est impactée par les trois autres variables.

J'utilise ce modèle économétrique pour faire toutes les analyses identifiées précédemment : pour le Canada entier, pour chaque province et par type de capital public. Avec cette méthodologie, il faut par contre déterminer un retard optimal pour chaque modèle. Cela est fait par essais et erreurs, faute de tests automatisés réellement efficaces. La procédure est de trouver, pour le modèle en question, le nombre de retards qui lui donne le plus haut score de vraisemblance, pour ses résidus, par rapport à la densité de la loi normale. Étant donné que pour chaque modèle, les différentes formes à tester ont une structure identique, cela revient à faire un test de Rapport de Vraisemblance. Par principe de parcimonie, il est préférable d'utiliser le plus petit nombre de retards possible car seulement 49 observations sont disponibles pour mes modèles VAR. Les résultats de vraisemblance sont calculés automatiquement par le logiciel EViews. Avec les données utilisées pour ce mémoire, les modèles ont un retard optimal de 1 ou 2.

L'analyse des résultats se fait à partir de fonctions de réponses d'impulsions « IRF ». Les logiciels de statistiques comme EViews peuvent calculer et représenter graphiquement, avec un IRF, les impacts d'un choc du capital public sur le capital privé. Cela permet de voir jusqu'à quel point la variable étudiée est affectée dans le futur par un choc contemporain sur une autre variable. Comme mentionné précédemment, il est possible qu'il y ait des relations inverses entre les variables.

5.2 Ordonnement du modèle

La principale relation analysée dans ce mémoire est l'incidence du capital public sur le capital privé. Il est par contre intéressant de vérifier si le capital privé affecte lui aussi le capital public. Dans le cadre de ce mémoire, je fais ce test de sensibilité sur l'ordonnement des variables. Pour tester si l'ordonnement des variables affecte les résultats, il est possible de reproduire tous les modèles, mais avec un ordre de variables différent. Pour ce faire, il suffit d'analyser les IRF des modèles VAR en prenant, par exemple, le capital privé comme variable la plus exogène. Je ferai un test d'ordonnement avec les données des dépenses en infrastructures pour les grandes provinces du pays.

Si les résultats sont significativement différents de zéro, il y a alors des problèmes d'endogénéité dans les séries; il faut donc absolument utiliser un modèle VAR pour prendre en compte cette endogénéité. De plus, lors d'un choc du capital public, si le capital privé réagit de manière similaire avec les différents ordonnements, la relation entre les deux variables est renforcée.

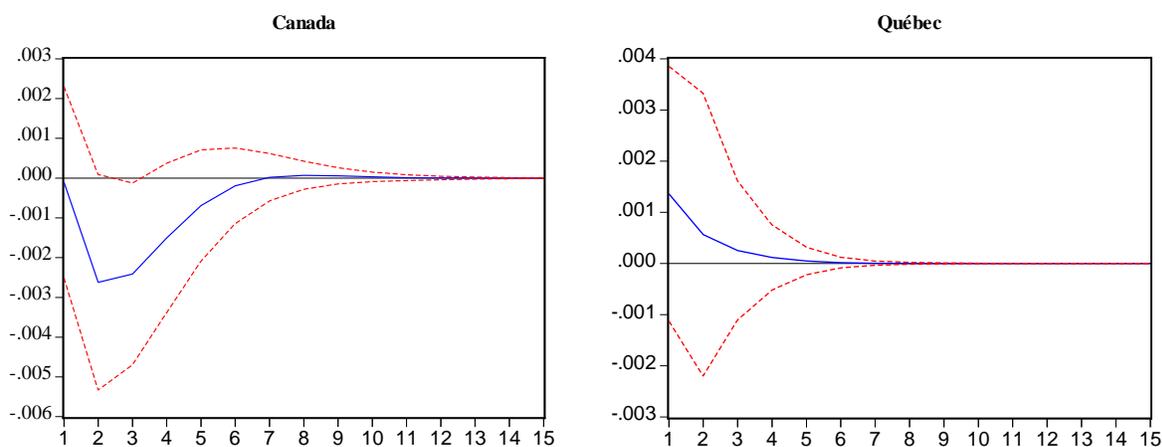
6 Résultats

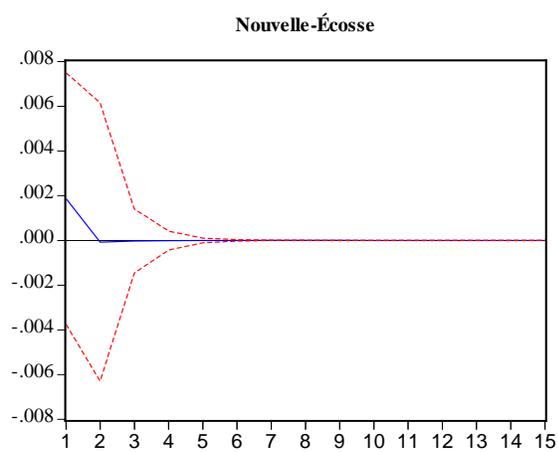
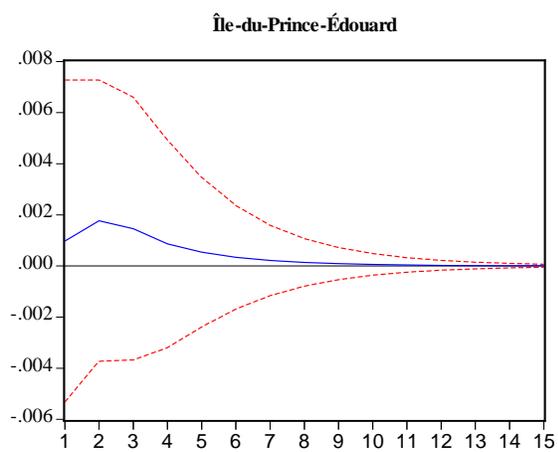
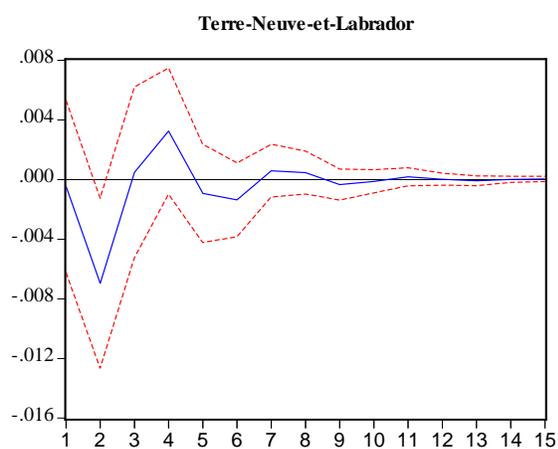
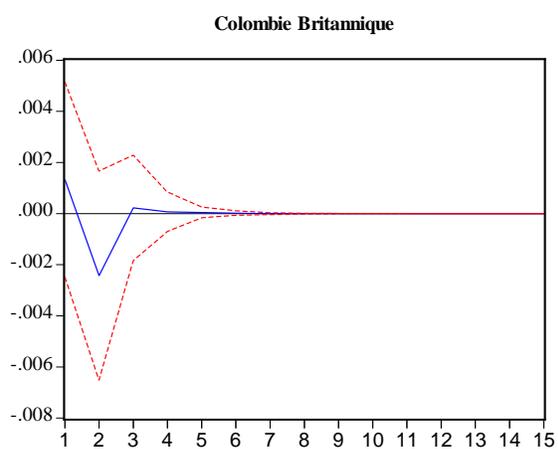
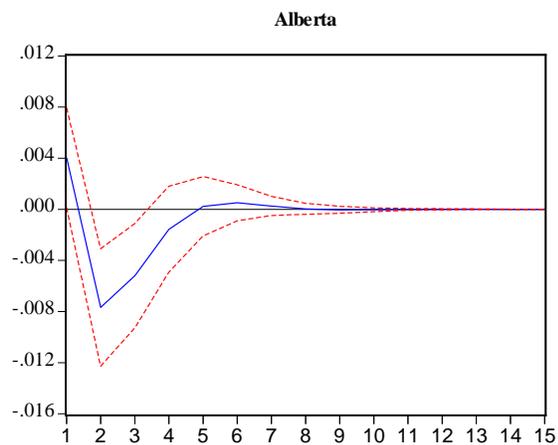
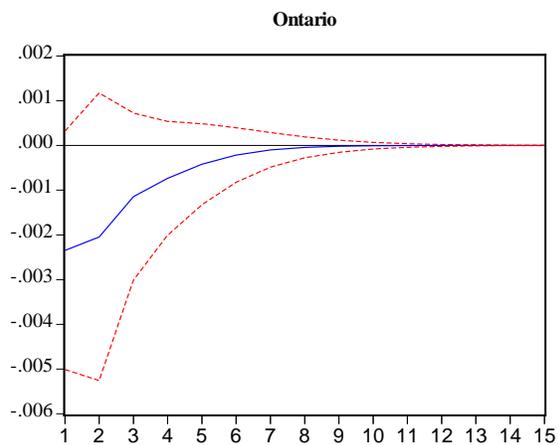
La relation entre le capital public et privé est analysée à l'aide des réponses d'impulsion. La réponse du capital privé suite à un choc d'un écart type du capital public reflète la relation long terme entre les deux variables. Pour ce faire, je présente des IRF sur une période de 15 ans pour chaque région géographique tant pour le capital public agrégé, l'ensemble des infrastructures ainsi que celles de transport seulement. De plus, dans les figures, j'inclus des bandes d'intervalle de confiance construites en ajoutant ± 2 écarts types.

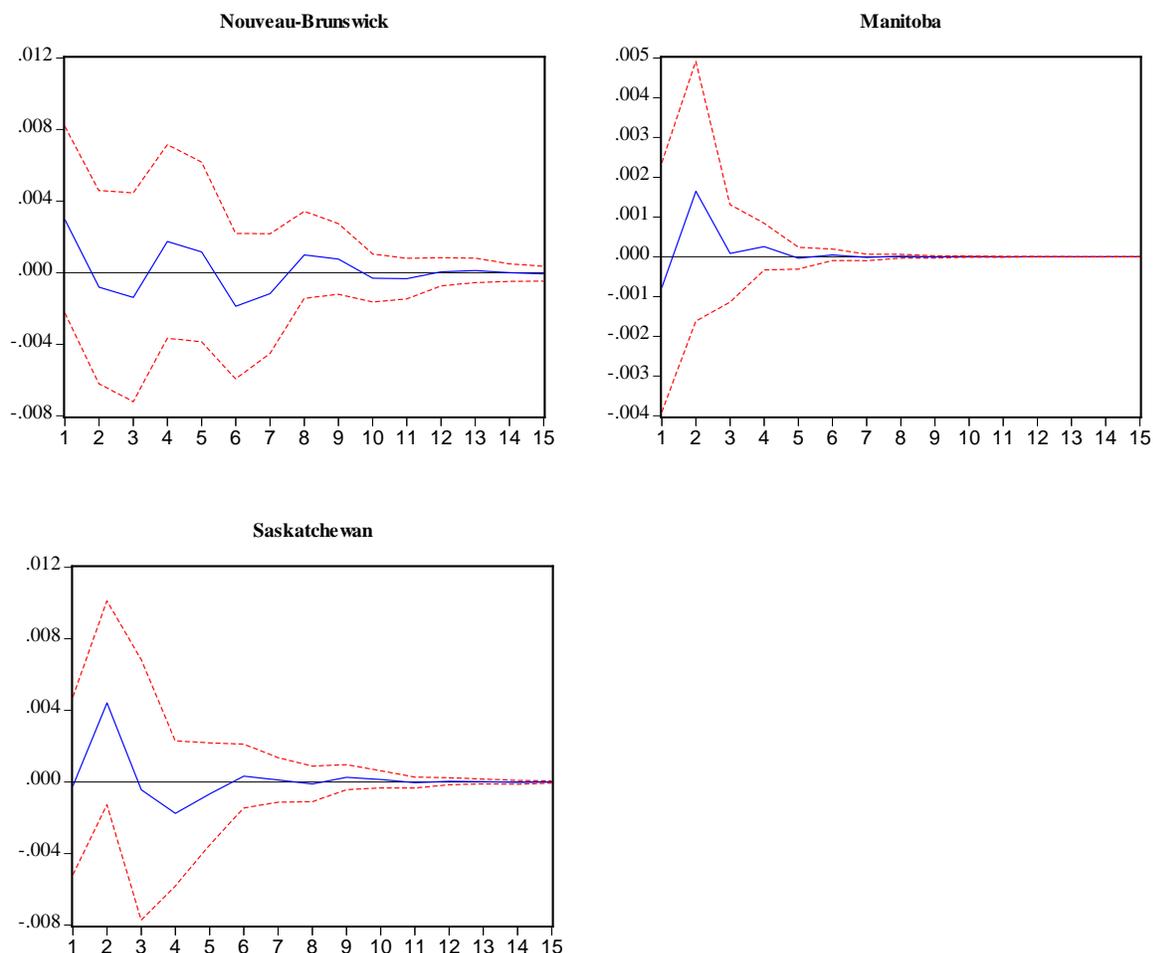
6.1 Ensemble des infrastructures

Le principal but de ce mémoire est de vérifier la relation entre le capital public, plus précisément les infrastructures et le capital privé. J'utilise la méthode économétrique décrite précédemment en incluant l'ensemble des infrastructures comme mesure de capital public afin de conclure sur l'effet d'éviction entre les deux variables.

Figure 6-1 IRF en utilisant l'ensemble des infrastructures comme mesure de capital public





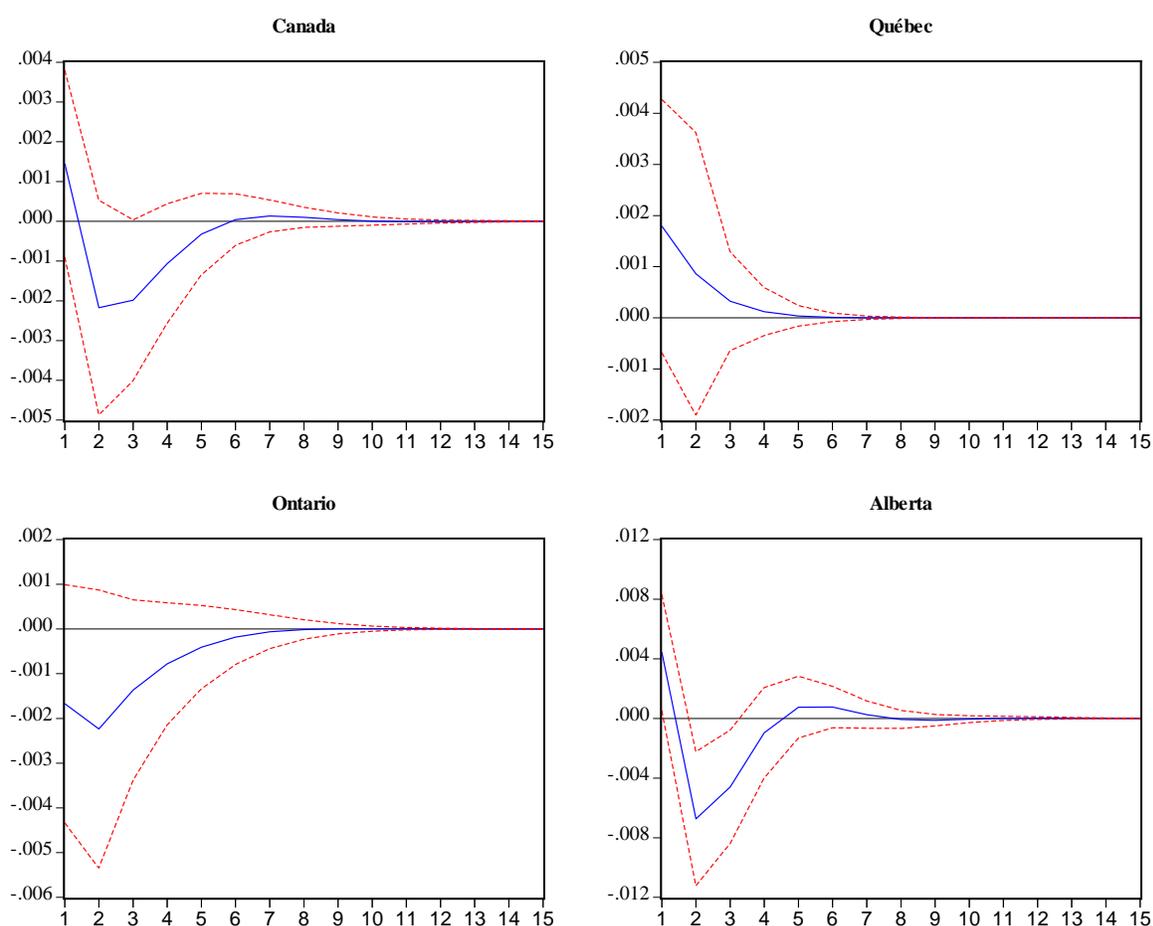


Le premier constat sur l'ensemble des résultats est que la plupart des réponses sont faibles en terme d'amplitude et non-significatives dans presque tous les cas. Cela pourrait laisser croire que la relation entre les deux variables est effectivement nulle. On remarque que la réponse pour les données canadiennes est négative mais significative pour les deuxièmes et troisièmes périodes. Pour l'ensemble du Canada, un choc sur l'ensemble des dépenses en infrastructure aurait donc un impact négatif. Par contre, au Québec, l'impact, même si non-significatif, tend à être positif. L'Alberta et Terre-Neuve-et-Labrador ont des réponses significativement négative en deuxième période. Une tendance émerge donc du fait que plusieurs modèles montrent de l'effet d'éviction avec un certain retard. On remarque aussi cette tendance dans les résultats d'IRF de Gagné et Haarman (2012) dans son étude de l'impact de l'investissement en infrastructure sur le PIB (Gagné et Haarman, 2012). Il serait intéressant, dans une étude ultérieure, d'approfondir la recherche sur ce phénomène.

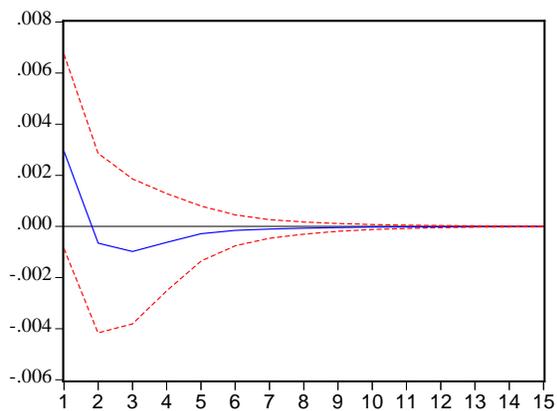
6.2 Capital public agrégé

Comme mentionné précédemment, afin de vérifier s'il y a un effet d'éviction indirect sur les investissements des entreprises dû au financement des activités du gouvernement, je reproduis le modèle, mais cette fois avec les données du capital public agrégé. Cette catégorie de capital public inclut aussi les autres types de dépenses tels que l'immobilier et les divers équipements utilisés par le gouvernement. Pour financer ces achats parfois très importants, il doit emprunter des sommes non-négligeables sur les marchés financiers, ce qui augmente la demande de financement et donc le prix (taux d'intérêt) pour les autres emprunteurs.

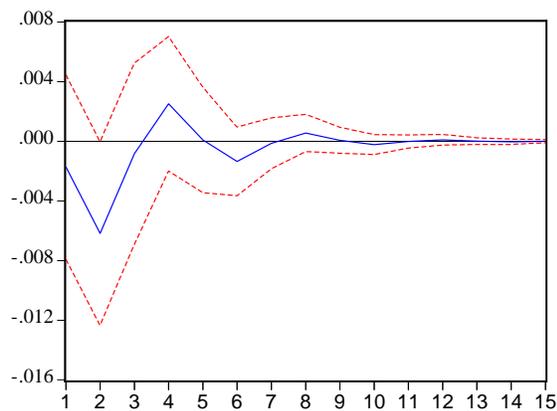
Figure 6-2 IRF en utilisant l'ensemble des dépenses du gouvernement comme mesure du capital public



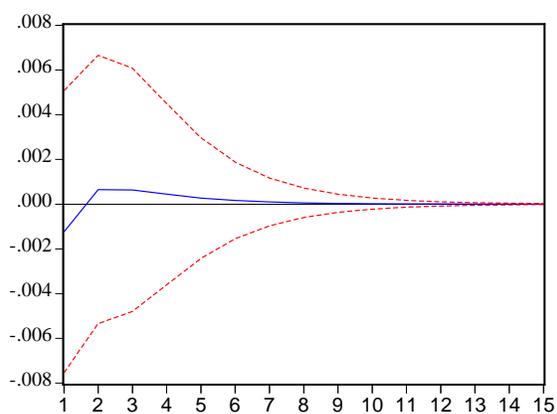
Colombie Britannique



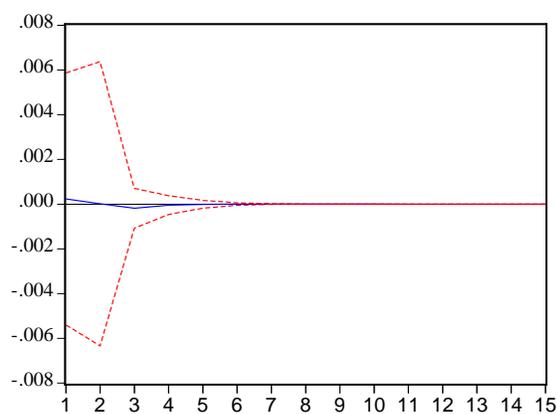
Terre-Neuve-et-Labrador



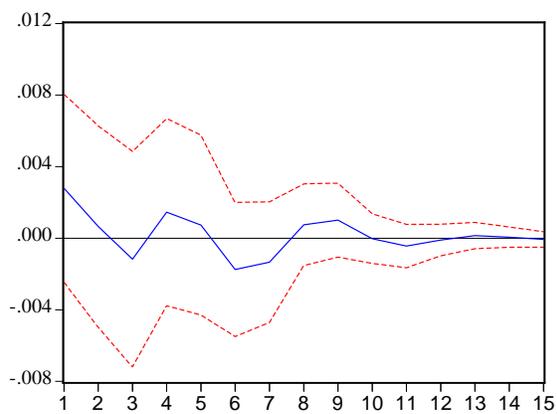
Île-du-Prince-Édouard



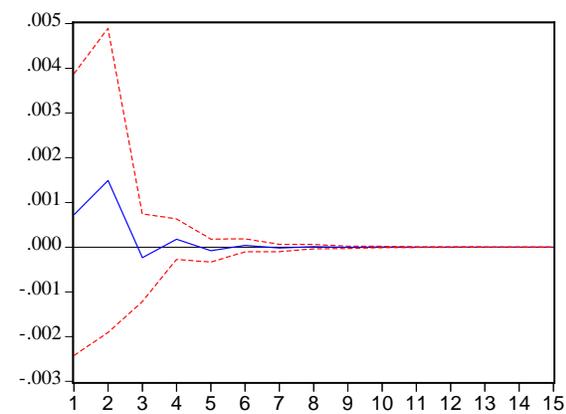
Nouvelle-Écosse

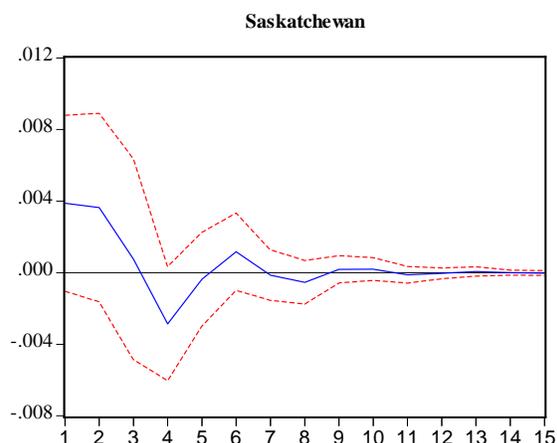


Nouveau-Brunswick



Manitoba



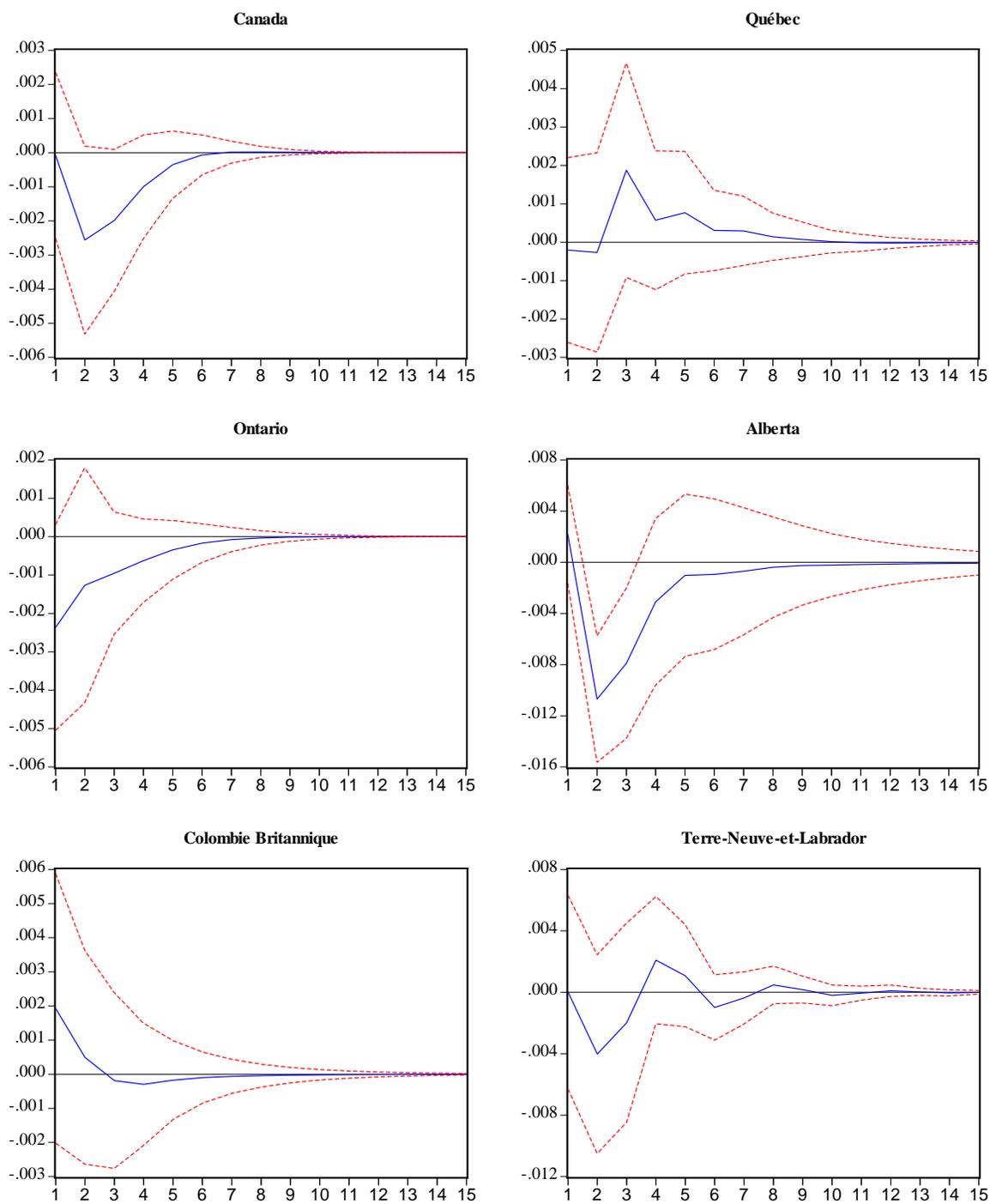


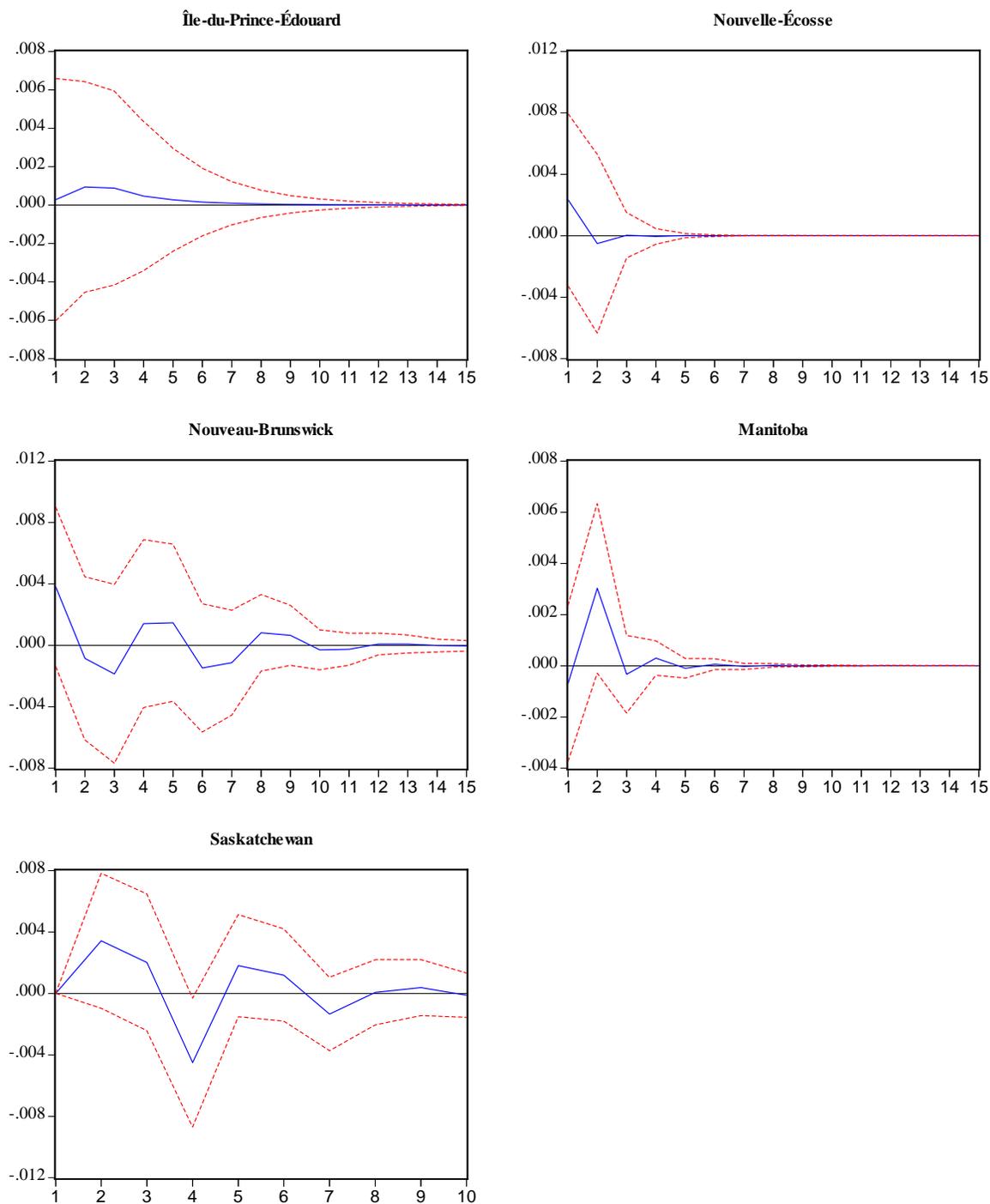
Dans l'ensemble, on remarque que la forme des IRF du capital privé suite à un choc de capital public est semblable à celles des IRF d'un choc des dépenses en infrastructure. Les réponses de Canada, de l'Ontario et de l'Alberta démontrent des impacts négatifs. Encore une fois, le capital privé québécois subi un choc positif mais non-significatif, tout comme la Colombie-Britannique. Il aurait été logique de voir un effet d'éviction plus important pour l'ensemble des dépenses du gouvernement mais ce n'est pas le cas. Il y a peut-être des éléments d'investissement autres que les infrastructures qui viennent diminuer l'impact négatif de ceux-ci.

6.3 Infrastructures de transport

Dans la littérature théorique, on recense que ce sont les infrastructures de transport qui devraient avoir le plus grand impact positif sur l'investissement des entreprises. Il est donc intéressant de tester si mon modèle économétrique permet de déceler cet effet. Encore une fois, j'utilise la même méthode, mais avec seulement les données d'investissement en transport du gouvernement afin de vérifier l'impact des infrastructures de transport sur l'investissement en capital privé.

Figure 6-3 IRF en utilisant les infrastructures de transport comme mesure du capita public



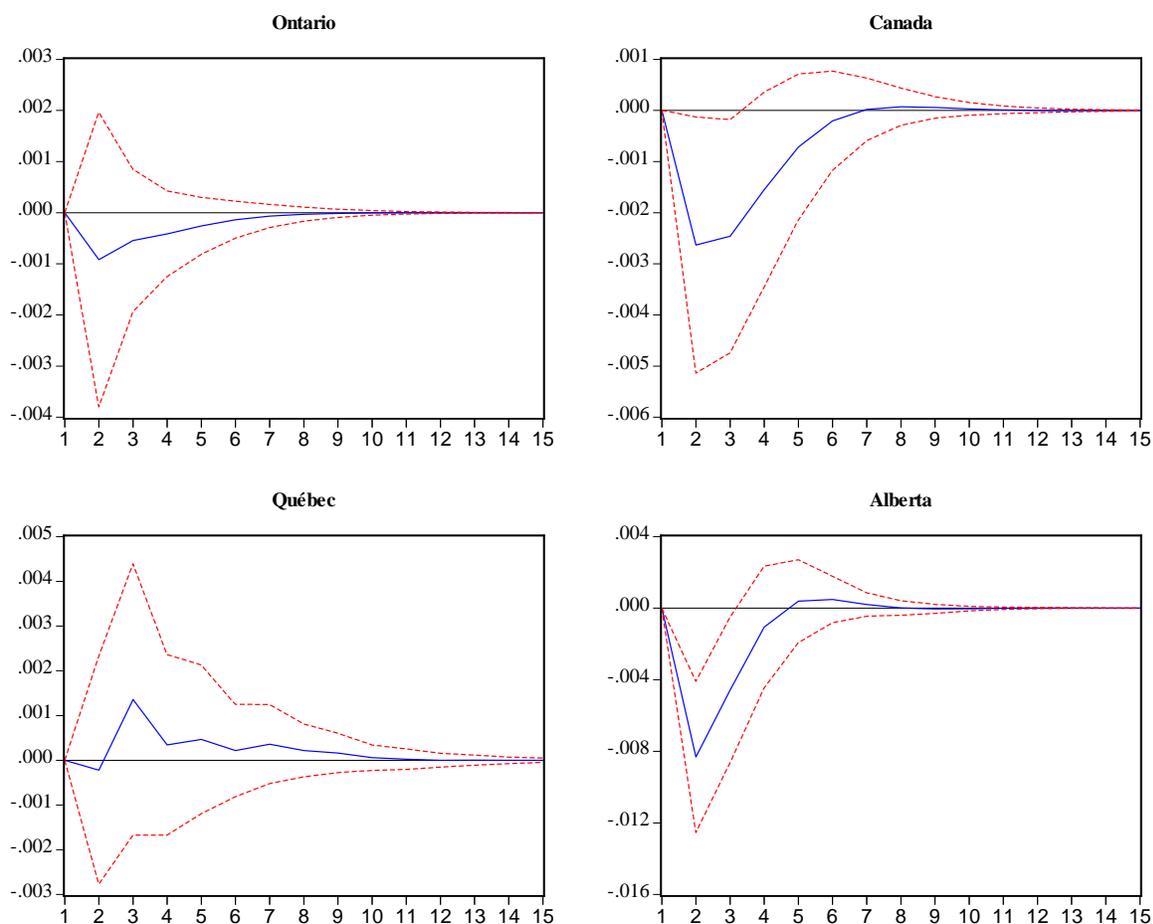


Les réponses du capital privé suite un choc des infrastructures de transport ont généralement la même forme que les deux précédentes. Par contre, on remarque que dans presque tous les cas, les réponses sont plus sensibles, c'est-à-dire que l'amplitude, en terme d'écart type, du choc initial et des quelques périodes suivantes est plus élevée. Cela pourrait vouloir dire que les infrastructures

de transport ont, pour un pays développé comme le Canada, un impact plus grand sur l'investissement en capital privé.

7 Étude de sensibilité sur l'ordonnement du modèle

Figure 7-1 IRF en inversant l'ordonnement des variables



Comme on peut le constater, les IRF ont une forme similaire lorsque que l'ordonnement est capital privé, emploi, PIB et finalement infrastructures. Encore une fois, les résultats ne sont pas significatifs. Par contre, comme les réponses sont semblables, on peut conclure que la relation entre les variables déterminée par la méthode VAR est robuste à l'ordonnement, une hypothèse critique de la méthodologie de ce mémoire.

8 Conclusion

Au Canada, et particulièrement au Québec, la faible productivité des entreprises est un des éléments qui limite le bien-être de la population. Comme le niveau d'investissement dépend du rendement de ceux-ci et que ce rendement est influencé par les infrastructures disponibles, il est donc important de comprendre l'impact des décisions du gouvernement. Cette étude tentait d'établir une relation entre les dépenses du gouvernement en capital public et l'investissement en capital privé afin d'éclaircir l'impact de ce vecteur de croissance économique.

À l'aide de la méthode VAR, j'ai reconstitué des études précédentes sur l'impact du capital public sur le capital privé, mais ce, avec des nouvelles données canadiennes. De plus, ce mémoire avait une optique axée sur la comparaison entre les provinces et des divers types d'investissement disponibles au gouvernement.

La première étape de cette étude était de relever les différentes méthodes utilisées lors de l'étude de l'effet d'éviction et d'établir laquelle serait la plus appropriée pour ce mémoire. Cette étude a permis de confirmer la relation endogène des 4 variables entre elles car l'utilisation d'une ordonnancement différent pour les estimations VAR donnaient des résultats semblables à l'ordonnancement principal. La méthode VAR, pour sa capacité à établir des relations entre des variables endogènes, était donc la plus adéquate.

Comme la majorité des études précédentes sur la relation entre les deux types de capitaux, les résultats sont mitigés. Les résultats sont pour la plupart statistiquement non significatifs et il est difficile de conclure sur le sens de la relation en analysant l'impact par province. Suite au choc de dépenses du gouvernement, l'impact sur le capital privé au Québec tend à être positif alors qu'il est négatif pour plusieurs autres provinces. Comme mentionné précédemment, le Québec souffre d'un retard en terme d'infrastructures suite aux coupures et le rattrapage de ce retard pourrait, par le fait même, augmenter l'investissement en capital privé et stimuler la croissance économique québécoise. Ce mémoire a aussi permis de relever l'importance des infrastructures et particulièrement celle de transport pour le Québec. Ce type d'investissement devrait donc être une priorité, dans l'avenir, pour le gouvernement québécois. Pour le Canada dans son ensemble, l'Ontario, l'Alberta ainsi que la Colombie-Britannique, l'investissement du gouvernement en capital public aurait un effet d'éviction sur le capital privé, du moins à court terme. Il est difficile

d'établir un lien entre la province et le sens de la relation entre les variables. Il serait donc intéressant d'approfondir la recherche sur les caractéristiques individuelles des provinces qui influencent la dite relation afin de pouvoir appliquer les résultats à d'autres régions du monde.

Il faut par contre être prudent en analysant les résultats de ce mémoire, car la méthode ainsi que les données utilisés ont de nombreuses limites. Presque tous les résultats sont non-significatifs, tout comme ceux des auteurs qui ont précédemment étudié cette relation à l'aide de modèles VAR. Même s'il semble avoir des tendances visibles dans les IRF, cela ne veut pas dire que dans la réalité, le capital public ait le même impact sur le capital privé. La non-significativité est un problème fréquent des modèles VAR, surtout lorsque le nombre d'observations est limité. Les données requises pour étudier la question d'intérêt, tels que les différentes mesures de capital public ainsi que le capital privé, sont disponibles sur une base annuelle seulement. Un échantillon de 48 observations n'est peut-être pas suffisant pour un modèle VAR complexe à 4 variables.

Ce mémoire a permis de constater que malgré l'utilisation d'une technique d'estimation moderne, il est très difficile d'obtenir des résultats convaincants sur la relation entre le capital public et privé. En attendant d'avoir un nombre de données suffisant pour obtenir des résultats concluants, il serait plus prudent que les dirigeants continuent à investir dans le réseau d'infrastructures car une province comme le Québec ne peut se permettre, encore une fois, de laisser la qualité du réseau impacter négativement la croissance économique.

Annexe 1 – Tableau des Résultats du Test ADF

Région	Variable	Ordre d'Intégration	Statistique ADF ⁽³⁾	Probabilité Test ADF
Canada	Capital Privé	I(2)	-5.2112	0.0%
	Emploi	I(1)	-4.1125	0.2%
	PIB	I(1)	-4.1759	0.2%
	Capital Public	I(2)	-5.2591	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-4.4878	0.8%
	Transport	I(2)	-5.4340	0.0%
Québec	Capital Privé	I(2)	-4.6408	0.1%
	Emploi	I(1)	-4.7085	0.0%
	PIB	I(1)	-3.4978	1.2%
	Capital Public	I(2)	-7.3476	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-3.0521	3.8%
	Transport	I(2)	-3.3892	1.7%
Ontario	Capital Privé	I(2)	-4.5921	0.1%
	Emploi	I(1)	-3.0923	3.4%
	PIB	I(1)	-4.3857	0.1%
	Capital Public	I(2)	-2.8880	5.5%
	Infrastructures	I(2)	-6.9669	0.0%
	Transport	I(2)	-7.6906	0.0%
Alberta	Capital Privé	I(2)	-4.3686	0.1%
	Emploi	I(1)	-5.8152	0.0%
	PIB	I(1)	-4.9461	0.0%
	Capital Public	I(2)	-5.4351	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-4.8780	0.0%
	Transport	I(1)	-3.1586	3.1%
Colombie-Britannique	Capital Privé	I(2)	-4.5656	0.1%
	Emploi	I(1)	-5.9573	0.0%
	PIB	I(1)	-4.6620	0.0%
	Capital Public	I(1)	-3.3693	1.7%
	Infrastructures	I(2)	-6.0478	0.0%
	Transport	I(1)	-3.0723	3.6%
Terre-Neuve-et-Labrador	Capital Privé	I(2)	-4.6104	0.1%
	Emploi	I(1)	-4.9071	0.0%
	PIB	I(1)	-4.6307	0.1%
	Capital Public	I(2)	-4.4578	0.1%
	Infrastructures	I(2)	-3.5408	1.2%
	Transport	I(2)	-7.6106	0.0%
Île-du-Prince-Édouard	Capital Privé	I(1)	-4.4996	0.0%
	Emploi	I(1)	-8.3105	0.0%
	PIB	I(1)	-5.8808	0.0%
	Capital Public	I(1)	-3.6335	0.9%
	Infrastructures	I(1)	-3.5199	0.9%
	Transport	I(1)	-3.7481	0.6%

³ Les valeurs critiques du test ADF sont de -2.9517, -2.9266 et -2.9314 pour des ordres d'intégration de 1, 2 et 3.

Région	Variable	Ordre d'Intégration	Statistique ADF	Probabilité Test ADF
Nouvelle-Écosse	Capital Privé	I(2)	-6.2427	0.0%
	Emploi	I(1)	-5.1559	0.0%
	PIB	I(1)	-6.1109	0.0%
	Capital Public	I(2)	-6.7745	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-8.0781	0.0%
	Transport	I(2)	-8.7486	0.0%
Nouveau-Brunswick	Capital Privé	I(2)	-7.4156	0.0%
	Emploi	I(1)	-4.9649	0.0%
	PIB	I(1)	-5.0539	0.0%
	Capital Public	I(2)	-7.4048	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-6.0010	0.0%
	Transport	I(2)	-5.7062	0.0%
Manitoba	Capital Privé	I(2)	-5.4143	0.0%
	Emploi	I(1)	-10.3182	0.0%
	PIB	I(1)	-6.1395	0.0%
	Capital Public	I(2)	-6.6245	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-5.5156	0.0%
	Transport	I(2)	-5.0342	0.0%
Saskatchewan	Capital Privé	I(2)	-6.6763	0.0%
	Emploi	I(1)	-4.1688	0.2%
	PIB	I(1)	-7.7374	0.0%
	Capital Public	I(2)	-6.9448	0.0%
	Infrastructures	I(2)	-7.0796	0.0%
	Transport	I(3)	-7.5947	0.0%

Annexe 2 – Études précédentes sélectionnées

Auteurs	Année	Période	Pays	Modèle⁽⁴⁾	Relation Public / Privé
Girard	2010	1961-2007	Canada	VAR	+
Afonso	2008	1964-2004	CA/OECD	VAR	-
Kamps	2005	1960-2001	CA/OECD	VAR	+
Voss	2002	1947-1988	CA/USA	VAR	-
Mitnik & Neumann	2001	1955-1994	CA/OECD	VAR	+
Brox & Fader	2005	1961-1997	Canada	FC	-
Paul, Shani & Biswal	2004	1961-1995	Canada	FC	-
Harchaoui & Tarkhani	2003	1961-2000	Canada	FC	+
Khanam	1996	1961-1994	Canada	FP	-
Wylie	1995	1946-1991	Canada	FP	+
Argimon, Gonzalez- Paramo & Roldan	1997	1979-1988	CA/OECD	Other	+

⁴ VAR : Vecteurs autorégressifs, FP : Fonction de production, FC : Fonction de coûts

Références

- Afonso, A., et St. Aubyn, M. (2008). *Macroeconomic Rates of Return of Public and Private Investment: Crowding-in and Crowding-out Effects*. Frankfurt: European Central Bank: Working Paper.
- Albala-Bertrand, J. M., et Mamatzatis, E. C. (2004). The Impact of Public Infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy,. *Review of Development Economics*, 266-278.
- Aschauer, D. A. (1989a). Does public capital crowd out private capital? *Journal of Monetary Economics*, 171-188.
- Aschauer, D. A. (1989b). Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, 177-200.
- Banister, D., et Berechman, J. (2000). *Transport Investment and Economic Development*. London: Routledge.
- Brox, J. A., et Fader, C. A. (2005). Infrastructure investment and Canadian manufacturing productivity. *Applied Economics*, 1247-1256.
- Carning, D., et Bennathan, E. (2000). *The Social Rate of Return on Infrastructure Investment*. Washington: World Bank Policy Research.
- Daude, C., et Cavallo, E. (2008). *Public Investment in Developing Countries: A Blessing or a Curse?* New York: Inter-American Development bank.
- Davidson, R., et Mackinnon, J. (1993). *Estimation and Inference in Econometrics*. New York: Oxford University Press.
- Di Giacinto, V., Micucci, G., et Montanaro, P. (2009). *Dynamic Macroeconomic Effects of Public Capital: Evidence from Regional Italian Data*. Aquila: Banco D'Italia.
- Erenburg, S. J. (1993). *The Relationship Between Public and Private Investment*. Working Paper.
- Erenburg, S. J., et Wohar, M. E. (1995). Public and private investment: Are there causal linkages? *Journal of Macroeconomics*, 1-30.

- Gagné, R. (2011). *Productivité et Prospérité au Québec: Bilan 2010*. Montréal: Centre sur la Productivité et la Propesrité.
- Gagné, R., et Haarman, A. (2011). *Les Infrastructures Publiques au Québec: Évolution des Investissements et Impact sur le croissance de la Productivité*. Montréal: Centre sur la Poductivité et la Prospérité.
- Gagné, R., et Haarman, A. (2012). *Impact du Capital Public sur la Croissance Économique au Canada*. Montréal: Centre sur la Productivité et la Prospérité de HEC Montréal.
- Girard, O. (2010). *Investissement en infrastructures publiques*. Montréal: Mémoire de Maîtrise: HEC Montréal.
- Hanato, T. (2010). Crowding-in Effect of Public investment on Private Investment. *Public Policy Review*, 105-120.
- Harchaoui, T., et Tarkhani, F. (2003). *Public Capital and its Contribution to the Productivity Performance of the Canadian Business Sector*. Ottawa: Statistics Canada.
- Heintz, J. (2010). *The Impact of Public Capital on the US Private Economy: New Evidence and Analysis*.
- Hirschman, A. O. (1958). *The Strategy of Developpment*. New York: Yale University Press.
- Hodrick, R., et Prescott, E. (1997, Février). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 29, No. 1, 1 - 16.
- Jong-A-Pin, R., et De Haan, J. (2008). Time-Varying Impact of Public Capital on Output: New Evidence Based on VARs for OECD Countries. *Economic and Financial Stidies: EIB papers*.
- Kamps, C. (2004). *New Estimates of Government Net Capital Stocks for 22 OECD Countries, 1960-2001*. Washington: IMF.
- Kamps, C. (2005). The Dynamic Effects of Public Capital: VAR evidence for 22 OECD Countries. *International Tax and Finance*, 533-558.

- Khanam, B. R. (1996). Highway infrastructure capital and productivity growth: Evidence from the Canadian Goods-Producing Sector. *Logistics and Transportation Review*, 251-268.
- Macdonald, R. (2008). *An Examination of Public Capital's Role in Production Retrieved*. Ottawa: Statistics Canada.
- Paul, S., Biswal, B., et Sahni, B. (2004). Public Infrastructure and the Productive Performance of Canadian Manufacturing Industries. *Southern Economics Journal*, 998-1011.
- Pereira, A. M., et Andraz, J. M. (2005). Public Investment in Transportation Infrastructure and Economic Performance in Portugal. *Review of Development Economics*, 177-196.
- Tatom, J. A. (1991). *Public Capital and Private Sector Performance*. St. Louis: Federal Reserve Bank of St. Louis Review.
- Voss, G. M. (2002). Public and private investment in the United States and Canada. *Economic Modelling*, 641-664.
- Waters, W. G. (1999). *Empirical Analysis of Public Infrastructure Capital and Economic Growth - British Columbia and Cross-Provincial Estimates*. Vancouver: UBC Centre for Transportation Studies.
- Wylie, P. J. (1995). Infrastructure and Canadian Economic Growth 1946-1991. *Canadian Business Economics*, 40-52.