

HEC MONTRÉAL

**Analyse de l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne
sur le secteur pétrolier et sur le secteur de l'essence**

par

Guillaume Paradis

**Sciences de la gestion
(Économie appliquée)**

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

Mai 2014
© Guillaume Paradis, 2014

Sommaire

Ce mémoire a pour objectif l'analyse des impacts d'une taxe pigouvienne sur les secteurs d'activité qui n'y sont pas sujets et sur le surplus économique total de la société. Plus exactement, un modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire est utilisé afin de quantifier le bénéfice social global de la taxe carbone britanno-colombienne, qui vise à diminuer les externalités négatives causées par les émissions de gaz à effet de serre. Le modèle étudie l'impact de cette taxe sur le marché de l'essence et les implications sur le secteur pétrolier des variations de prix de l'essence engendrées par cette taxe. Les courbes de demande de long terme des marchés de l'essence et du pétrole sont estimées, afin d'évaluer les surplus économiques, qui sont ensuite utilisés pour estimer les bénéfices nets de la taxe dans le secteur de l'essence et les pertes nettes qu'elle engendre dans le marché pétrolier. Bien que, selon les estimations basées sur les hypothèses les plus plausibles, les pertes dans le secteur pétrolier soient supérieures aux bénéfices dans le secteur de l'essence pour l'année 2012, les bénéfices et les pertes économiques, en termes de bien-être, sont de faibles ampleurs.

Mots clés : *taxe carbone, taxe pigouvienne, externalité, environnement, réchauffement climatique, surplus, Colombie-Britannique.*

Table des matières

Sommaire.....	i
Table des matières	ii
Liste des figures, graphiques et tableaux.....	iv
Remerciements	vi
1. Introduction.....	1
2. Revue de littérature.....	6
2.1 L'utilisation des surplus comme mesure de la variation du niveau de bien-être social.....	9
2.2 L'évaluation de l'impact économique des externalités négatives associées à la pollution	15
2.3 La taxe pigouvienne et le bien-être social	18
2.4 Estimation des courbes de demande et d'offre d'essence et de pétrole...	22
2.4.1 Estimation de la demande d'essence	22
2.4.2 Estimation de la demande de pétrole	25
2.4.3 Estimation des offres d'essence et de pétrole	26
2.5 Où une externalité négative doit-elle être corrigée?	28
3. Cadre théorique.....	32
3.1 Considérations générales	32
3.2 Le secteur générateur d'une externalité négative	34
3.3 Le secteur en amont	37
3.4 Synthèse.....	39
4. Méthodologie	42
4.1 La demande d'essence	42

4.2 La demande de pétrole.....	44
4.3 Le gain de traitement en raffinerie et le rendement en produits dans les raffineries	45
4.4 L'offre d'essence et de pétrole	47
5. Données	49
5.1 Les données relatives à la demande d'essence	49
5.2 Les données relatives à la demande de pétrole.....	51
5.3 Les valeurs du rendement en produits dans les raffineries et du gain de traitement en raffinerie	52
5.4 La valeur de la taxe carbone	54
5.5 Évolutions temporelles des données.....	55
6. Résultats.....	58
6.1 Résultats des estimations des courbes de demandes d'essence et de pétrole	58
6.2 L'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence et sur le secteur pétrolier	65
6.3 Analyse de sensibilité	69
6.3.1 Une valeur plus faible de la taxe pigouvienne.....	69
6.3.2 Une valeur plus élevée de la taxe pigouvienne.....	70
6.3.3 Une offre de long terme de pétrole plus élastique	72
6.3.4 Une offre de long terme de pétrole intermédiaire.....	73
6.4 Discussion.....	74
7. Conclusion	79
8. Bibliographie	82

Liste des figures, graphiques et tableaux

Figures

Figure 1 : Variation du bien-être social en présence d’une taxe pigouvienne et taux de marque.....	19
Figure 2 : Secteur générateur d’une externalité négative	35
Figure 3 : Situation où une taxe est incorrectement calibrée.....	37
Figure 4 : Secteur en amont	39
Figure 5 : Points dont les coordonnées seront estimées	40

Graphiques

Graphique 1 : Rendement en produits dans les raffineries canadiennes (1952-2010).....	53
Graphique 2 : Évolution des prix de l’essence et du pétrole en Colombie-Britannique, en dollars canadiens de 2007 (1987-2013)	56
Graphique 3 : Évolution des quantités d’essence et de pétrole consommées par capita en Colombie-Britannique (1987-2013).....	57

Tableaux

Tableau 1 : Statistiques descriptives relatives à la demande d’essence régulière sans-plomb en Colombie-Britannique (1987-2013)	51
Tableau 2 : Statistiques descriptives relatives à la demande de pétrole brut en Colombie-Britannique (1987-2013)	52
Tableau 3 : Résultats des régressions des modèles estimant la demande d’essence régulière en Colombie-Britannique (données agrégées).....	59
Tableau 4 : Résultats des régressions des modèles estimant la demande d’essence régulière en Colombie-Britannique (données par capita)	61

Tableau 5 : Résultats des régressions estimant la demande de pétrole brut en Colombie-Britannique (données agrégées).....	62
Tableau 6 : Résultats des régressions estimant la demande de pétrole brut en Colombie-Britannique (données par capita).....	64
Tableau 7 : Impacts de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence selon différents scénarios.....	75

Remerciements

Je tiens à remercier spécialement Justin Leroux d'avoir accepté d'être mon directeur de mémoire et pour son encadrement dans la réalisation de celui-ci. Sans ses conseils éclairés et les idées qu'il a semées dans mon esprit et qui y ont germé, la réalisation de ce document eût été impossible.

Je tiens également à remercier ma copine Stephany, mon père Gaston, ma mère Lyne, mon frère Hugues et ma grand-mère Juliette pour leur soutien et pour leur compréhension, relativement au fait que je n'ai pas pu leur consacrer tout le temps souhaité pendant la période de rédaction de ce mémoire.

1. Introduction

Au cours des dernières décennies, les scientifiques se sont tournés vers les mécanismes d'interactions existants entre les êtres humains et leur environnement naturel. Ce processus a abouti, avec le Groupe d'experts sur l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire¹, à la définition de biens et services écologiques, c'est-à-dire aux « gains que les individus et les populations retirent des écosystèmes » naturels² (2005 : p. v, traduction libre). Une estimation conservatrice chiffre la valeur économique des biens et services écologiques générés par les principaux écosystèmes de la planète à 16 billions de dollars américains annuellement (Costanza *et al.*, 1997) et, ce, sans prendre en considération les bénéfices intangibles, comme le fait que l'existence de l'atmosphère terrestre est nécessaire à la survie des humains sur la planète.

La destruction ou la perturbation des écosystèmes fait en sorte qu'une partie des biens et services écologiques doit être substituée par des biens et services équivalents produits par l'espèce humaine, à un coût supérieur. Par exemple, la ville de New York a choisi de réhabiliter le bassin de drainage naturel d'une rivière l'alimentant en eau potable, au coût de 1,5 milliards de dollars, alors que la construction d'une usine de filtration des eaux aurait coûté 6 milliards de dollars, soit une différence de 4,5 milliards de dollars entre le service humain et le service écologique, à l'avantage du dernier et, ce, pour un résultat équivalent (Chichilnisky et Heal, 1998)³. D'autre part, le bien-être total de la population

¹Traduction libre de l'anglais *Millennium Ecosystem Assessment Panel*, qui est un rapport commandé par le Secrétaire général de l'Organisation des Nations unies en 2000.

²Par exemple, un service comme la régulation du climat – qui permet la régulation de la température mondiale – est notamment le résultat de la régulation des gaz à effet de serre par l'écosystème que sont les forêts – qui sont elles-mêmes en partie constituées du capital naturel que constituent les arbres.

³Ainsi, sachant que la ville de New York avait besoin de ressources hydriques supplémentaires, si elle n'avait pas eu à restaurer cet écosystème naturel, elle aurait pu économiser 1,5 milliards de dollars et, si cette restauration s'était avérée impossible à réaliser, en raison d'une utilisation trop extensive du territoire, par exemple, elle aurait plutôt dû déboursier 6 milliards de dollars.

est affecté négativement par les prestations de services écologiques réduites entraînées par les bouleversements des milieux naturels. Ainsi, selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007), la croissance de la proportion de dioxyde de carbone (CO₂) d'origine humaine dans l'atmosphère terrestre depuis la Révolution industrielle serait à l'origine de la hausse des températures observées et prédites sur la planète. Les conséquences des dérèglements climatiques résultant de ces variations de températures ont des impacts importants. Par exemple, les dégâts causés par les événements météorologiques qu'ils ont générés ont coûté 96 milliards de dollars au gouvernement fédéral américain en 2012 (Lashof et Stevenson, 2013).

Néanmoins, il nous appert que, à l'image des bénéfices du réchauffement climatique ou des activités qui l'induisent qui sont sous-estimés⁴ (Lawson, 2007), les désavantages d'un des moyens utilisé afin de combattre cette externalité, la taxe carbone, sont également sous-estimés. En effet, cette taxe pigouvienne⁵ est généralement étudiée en prenant en compte uniquement l'internalisation des coûts sociaux (qui affectent la société dans son ensemble) et les coûts et les bénéfices privés du secteur taxé (qui affectent les producteurs et les consommateurs de ce secteur). À notre connaissance, à l'exception des modèles d'équilibre général, il n'y a pas de recherche qui se soit intéressée à l'impact d'une taxe carbone ou d'une taxe pigouvienne sur le bien-être des secteurs de l'économie qui n'y sont pas sujets. Ainsi, Rivers et Schaufele (2012) se sont plutôt intéressés à l'impact de la taxe carbone britannico-colombienne sur la compétitivité internationale du secteur agricole de cette

⁴Par exemple, une hausse faible et géographiquement limitée de la température peut être favorable à l'agriculture, et l'industrialisation, qui contribue généralement au réchauffement climatique, peut contribuer à faire sortir de la pauvreté des populations.

⁵Rappelons qu'une taxe pigouvienne est une taxe « conçue pour corriger les inefficacités du mécanisme des prix qui sont dues à des externalités négatives » (Sandmo, 2008, traduction libre) et que les externalités négatives sont les effets négatifs indirects d'une activité « sur des agents économiques qui ne sont pas à l'origine de cette activité et qui ne sont pas transmis par le mécanisme des prix » (Laffont, 2008, traduction libre).

province. Au contraire, Chiroleu-Assouline et Fodha (2011) ont préféré déterminer si les conditions qui doivent être rencontrées afin qu'une taxe carbone engendre un double dividende⁶ existent en France ; ces conditions étant que « le système fiscal initial doit être fortement sous-optimal » (2011 : p. 415), que la taxe doit être appliquée sur un secteur initialement peu touché par des distorsions et que le poids de celle-ci puisse être reporté sur un facteur de production ou une catégorie d'agent économique. C'est afin d'évaluer le bénéfice net de ce type de taxation – c'est-à-dire le bénéfice social net retiré de la diminution de l'externalité négative dans le secteur sujet à une taxe pigouvienne, auquel on soustrait les inconvénients que la manipulation des prix sur ce marché entraîne sur les autres marchés – que ce mémoire analysera l'effet d'une taxe pigouvienne sur les secteurs d'activité qui n'y sont pas sujets et sur le surplus économique total de la société et, ce, à l'aide d'un modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire⁷. Plus exactement, nous analyserons l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le surplus économique global de la société. Pour y parvenir, nous examinerons les conséquences sur les prix, les quantités, le surplus du consommateur et le surplus du producteur de cette taxe sur le secteur de l'essence, puis sur l'effet de la variation de prix dans ce secteur sur le marché complémentaire en amont que constitue l'industrie pétrolière.

Notons que, afin d'atténuer ou de renverser les conséquences négatives générées par les émissions de CO₂ d'origine anthropique, plusieurs entités gouvernementales, des niveaux locaux aux niveaux internationaux, ont mis en place des systèmes visant à contrôler les quantités de CO₂ émises sur leur

⁶Un double dividende existant lorsqu'une taxe environnementale engendre à la fois un bénéfice environnemental (premier dividende) et un bénéfice économique (second dividende), ce dernier résultant de l'utilisation des revenus générés par la taxe afin de diminuer le fardeau fiscal et, conséquemment, de diminuer les distorsions engendrées par le système fiscal.

⁷Cet équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire étant considéré, dans le cadre de ce mémoire, comme étant un équilibre économique restreint à deux marchés, toutes choses étant égales par ailleurs dans les autres marchés constituant l'économie.

territoire. Ainsi, notamment, l'Union européenne et la ville de Tokyo ont mis en place des systèmes de plafonnement et d'échange de droits d'émission (*cap-and-trade*, en anglais). Quant à l'Australie, la Colombie-Britannique, le regroupement des neuf comtés de la région de la baie de San Francisco, en Californie, et la ville de Boulder, au Colorado, ils ont plutôt instauré des taxes sur le carbone. Ces deux systèmes – *e.g.* celui basé sur l'échange de droits de propriété et celui basé sur une taxe pigouvienne –, aux côtés de l'approche réglementaire, des dispositions de responsabilité environnementale et de diverses variantes et combinaisons de ces techniques, sont les méthodes les plus fréquemment utilisées afin de diminuer les externalités négatives, telles que les conséquences néfastes envers les populations associées aux émissions de CO₂ générées par l'activité humaine. Soulignons que, d'une part, sous certaines conditions, toutes ces méthodes peuvent éventuellement fournir des résultats équivalents – c'est-à-dire qu'elles peuvent toutes diminuer une externalité négative d'une quantité identique – et que, d'autre part, chacune d'entre elle possède ses propres forces et faiblesses. Cependant, la taxation pigouvienne a cela d'intéressant qu'elle peut être instaurée rapidement et à faible coût – c'est d'ailleurs pourquoi l'Australie a d'abord instauré une taxe carbone en 2012, tout en prévoyant mettre en place un système de plafonnement et d'échange à partir de 2015 –, qu'elle internalise la valeur des externalités négatives dans les prix et les coûts auxquels font face les consommateurs et les producteurs, qu'elle constitue une source de revenu pour l'État et qu'elle peut être implémentée même au sein d'une petite entité territoriale⁸.

Dans un autre ordre d'idée, nous espérons que ce mémoire contribuera également à assister à la prise de décision en ce qui concerne l'emplacement dans la chaîne de production d'un bien ou d'un service où une taxe pigouvienne

⁸Ainsi, la ville de Boulder, au Colorado, possède une population de moins de 100 000 habitants et impose une taxe carbone sur la consommation d'électricité, qui est produite par l'unique centrale thermique, au charbon, de la ville. Il va sans dire qu'un système d'échange ne serait pas praticable dans ce cas-ci.

doit être appliquée. Plus exactement, dans le cadre d'une taxe carbone, par exemple, cette taxe doit-elle être appliquée en amont, près de la source originale des émissions de CO₂ (comme à la sortie d'un puits de pétrole, en taxant la compagnie pétrolière), ou en aval, près du consommateur émettant finalement ces émissions (comme à la pompe à essence, en taxant l'utilisateur du carburant)? Il nous appert effectivement que cet emplacement devrait être choisi notamment en fonction de l'impact que l'intervention aura sur les secteurs d'activités en amont ou en aval du secteur taxé, de même que sur le bien-être général de la société, et non pas uniquement en fonction des coûts, de l'aisance de la mise en œuvre et de l'impact sur les choix du consommateur final, qui semblent être les considérations actuellement prises en compte lorsque vient le temps de déterminer où une réglementation relative aux émissions de CO₂ doit être appliquée.

Enfin, soulignons que notre analyse met en lumière le fait que la taxe carbone mise en place en Colombie-Britannique génère un bénéfice net dans le secteur de l'essence, en raison de la valeur accordée aux réductions des émissions de CO₂ qui sont le résultat de la diminution de la consommation d'essence provoquée par la taxe. Au contraire, lorsque les hypothèses les plus plausibles sont employées, une perte nette est engendrée par cette dernière dans le secteur pétrolier, l'impact sur le surplus économique global de la société étant négatif, puisque les pertes du marché du pétrole sont supérieures aux bénéfices de celui de l'essence. Cela est le cas notamment en raison de l'élasticité-prix de long terme de la demande d'essence en Colombie-Britannique qui est plus petite que la moyenne, alors que l'élasticité-prix de long terme de la demande de pétrole est plus élevée que la moyenne.

Une revue de littérature suivra cette introduction, avant que le cadre théorique, la méthodologie et les données ne soient successivement abordés. Les résultats seront ensuite exposés et discutés et une conclusion suivra.

2. Revue de littérature

De nombreuses études ont comparé les principaux mécanismes permettant de contrôler les externalités négatives tout en utilisant les mécanismes de marché, comme la taxe pigouvienne et les systèmes d'échange de droits de propriété. Des questions liées aux incitatifs que chaque système induit sur le comportement des différents agents économiques (Ekins et Baker, 2001) à celles traitant des mérites de chaque méthode relativement à l'efficacité à long terme (Pezzey, 2003), en passant par les interrogations abordant les impacts sur le commerce international (Kaufmann et Weber, 2011) ou les enjeux relatifs au système à préconiser pour les pays en voie de développement (Goldblatt, 2010), ces comparaisons ont touché à une vaste gamme de sujets.

Le thème des coûts de transaction, qui sont les coûts associés aux échanges entre les différents agents d'un marché ou les différentes composantes d'une organisation (Klaes, 2008), n'a pas été laissé de côté. Parmi les études ayant abordé cette question spécifiquement, celle de Crals et Vereeck (2005) est une des plus exhaustives, les auteurs divisant les coûts de transaction nécessaires à la mise en place d'un système réduisant les émissions de CO₂ en neuf catégories distinctes et comparant les deux mécanismes pour chacune de ces catégories. Il appert que la taxation n'est pas nécessairement la solution qui diminue le plus les coûts de transaction. En effet, similairement à la situation existant avec un système d'échange de permis d'émission et afin d'atteindre l'optimum de premier rang, les coûts de recherche d'informations (afin de déterminer quels sont les dommages causés par l'externalité négative et quelles en sont les valeurs⁹) et de surveillance et d'application de la loi (qui sont une part importante de tout programme de taxation, mais qui requiert de surcroît,

⁹Pour obtenir l'optimum de premier rang, les origines de toutes les émissions devraient être localisées et la taxation devrait varier en fonction des dommages causés par chaque type d'origines, augmentant ainsi encore davantage les coûts associés à la recherche d'informations.

dans ce cas-ci, du personnel spécialisé dans le domaine où existe l'externalité¹⁰⁾ qui sont associés à la taxation sont élevés. Néanmoins, ces coûts de mise en place, de gestion et de collection sont faibles (car ils reposent sur l'appareil administratif déjà en place) et la taxation élimine les coûts de négociation. Un arbitrage peut donc permettre d'abaisser ces coûts : en déviant de l'efficacité et en appliquant une taxe carbone à seulement certains biens et services, et en diminuant le nombre de taux de taxation en vigueur, l'externalité négative peut être réduite à un coût moindre, mais à une quantité non-socialement optimale. Contrairement à la taxe, un système d'échange de permis d'émission implique obligatoirement l'existence de coûts de négociation. De plus, en ce qui concerne les firmes, un grand nombre d'entreprises participantes est requis, afin que la négociation ne soit pas coûteuse en raison d'une absence de liquidité dans le marché. Toujours selon Crals et Vereeck, les coûts de mise en place, de gestion, de collection, de surveillance et d'application de la loi dépendent principalement de la forme que prend le système : donner gratuitement des permis d'émission sur la base d'une moyenne des émissions des années précédentes implique de faibles coûts, ce qui n'est pas le cas d'un système d'enchères¹¹ ; contrôler le système en amont (chez le producteur initial) est moins coûteux qu'en aval (chez le consommateur final)¹². Finalement, un système de taxe carbone simple et économique imposera de renoncer partiellement à son efficacité, alors qu'un système d'échange de permis d'émission sera plus ou moins coûteux et complexe et, ce, en fonction de sa

¹⁰Si la taxation est conçue de façon à atteindre l'optimum de premier rang, ce personnel devra être encore plus nombreux, afin de contrôler la myriade de taux de taxation en vigueur sur une grande variété de produits et services générant des émissions.

¹¹Cependant, le système d'enchères a l'avantage d'offrir des recettes fiscales à l'État et de capturer la rente que peut constituer la possession de permis d'émission, alors que la première option sera supportée par les firmes déjà en place, qui seront prêtes à investir grandement dans les coûts de lobbysme afin que cette politique soit adoptée, puisqu'elle offrira des bénéfices importants à peu de participants.

¹²Crals et Vereeck reconnaissent cependant qu'un système d'échange mis en place trop en amont ne possédera pas suffisamment de participants pour exister à faibles coûts, puisque les coûts de négociations augmenteront ; au contraire et à des fins de comparaisons, les auteurs soulignent qu'un système de taxation visant l'optimum de premier rang installé très en aval sera très onéreux, vu la multitude de biens et services qui seront alors sujets à cette politique.

conception. Ainsi, les deux systèmes permettent l'atteinte d'un même objectif tout en ayant des structures de coûts différentes et le choix d'un plutôt que l'autre dépendra donc des circonstances propres à chaque situation et des structures des marchés concernés.

Pour leur part, Keohane et Olmstead (2007 : p. 145-150) en sont arrivés à la conclusion que, si les coûts marginaux d'une politique d'abattement des émissions polluantes sont incertains, un système d'échange de permis d'émission est préférable à une taxe environnementale et, ce, si l'élasticité-prix de la demande pour l'abattement est relativement moins élastique que son élasticité-prix de l'offre, et inversement. En effet, si, par exemple, le régulateur sous-estime les coûts marginaux de l'abattement, la quantité d'émission réduite sera sur-optimale dans le cas d'un système d'échange et sous-optimale dans celui d'une taxe¹³. Si la pente des bénéfices marginaux de l'abattement est relativement plus grande que celle de ses coûts marginaux (donc si la pente de la demande pour l'abattement, en valeur absolue, est supérieure à la pente de l'offre), la perte sèche découlant de cette réduction inexacte de la pollution sera plus importante si une taxe est instaurée plutôt qu'un système de permis. Cela est dû au fait que, lorsque les coûts marginaux de l'abattement sont relativement plus sensibles aux variations de prix que ses bénéfices marginaux (autrement dit, lorsque l'élasticité-prix de l'offre pour l'abattement est plus élevée, en valeur absolue, que l'élasticité-prix de la demande), la quantité d'émission réduite est alors très sensible à la taxe, car une petite variation dans le coût marginal induit une grande variation dans l'abattement. Donc, selon les auteurs, une faible erreur dans l'estimation de la valeur que doit prendre la taxe

¹³Puisqu'il est plus coûteux qu'anticipé pour une firme de diminuer une quantité donnée d'émission, selon la politique instaurée, un nombre insuffisant de permis sont offerts ou la taxe appliquée est trop faible. Si davantage de permis étaient disponibles, la quantité abattue totale diminuerait et la valeur d'une unité d'abattement augmenterait jusqu'à être égale au coût marginal de l'abattement. En augmentant la valeur de la taxe jusqu'au coût marginal réel de l'abattement, la firme diminuerait davantage ses émissions (*i.e.* augmenterait son abattement), car les coûts requis pour les diminuer seraient alors inférieurs à la valeur unitaire de la taxe.

(cette erreur étant inévitable, en raison de l'incertitude) causera une grande erreur dans l'abattement. Ainsi, afin de réduire la perte sèche découlant de l'incertitude en ce qui concerne les coûts marginaux, pour Keohane et Olmstead, le choix de la politique à adopter dépend des élasticité-prix relatives de la demande et de l'offre d'abattement des émissions polluantes.

L'analyse de diverses circonstances et situations peut donc permettre de préciser le choix de la politique à mettre en œuvre en se basant notamment sur les coûts de transaction. Une analyse évaluant les bénéfices peut également contribuer à ce choix et il s'agit de l'objet de ce mémoire. Effectivement, afin d'assister à une évaluation plus exacte des bénéfices issus d'une taxe carbone, nous évaluerons l'impact sur le bien-être social de la taxe carbone instaurée en Colombie-Britannique sur le secteur de l'essence, puis l'effet de l'intervention dans ce secteur sur le marché non-sujet à la taxation pigouvienne qu'est l'industrie pétrolière, ce qui nous permettra de constater l'impact de différentes situations et circonstances sur le bénéfice de cette taxe. Le reste de cette section exposera donc le contexte dans lequel s'inscrit notre travail. Ainsi, avant d'aborder la question des externalités négatives et de la pollution, nous justifierons d'abord le choix de l'utilisation des surplus en tant que mesure de la variation du niveau de bien-être social, puis il sera ensuite fait mention de résultats à propos de la taxe pigouvienne. Nous aborderons ensuite la question de l'estimation des courbes de demande et d'offre d'essence et de pétrole, avant de traiter de l'emplacement où une taxe pigouvienne devrait être appliquée.

2.1 L'utilisation des surplus comme mesure de la variation du niveau de bien-être social

Puisque plusieurs alternatives peuvent être utilisées afin de quantifier la variation du niveau de bien-être social qu'une action induit, par exemple la variation compensatoire (VC), la variation équivalente (VÉ) ou les méthodes

reliées à la théorie des préférences révélées, nous justifierons ici notre choix de l'utilisation des surplus du consommateur et du producteur afin de quantifier l'impact d'une taxe pigouvienne.

Commençons par énumérer des propriétés que devraient rencontrer un système d'évaluation du bien-être, telles que présentées par Ebert (1995), quelques unes des faiblesses des surplus économiques et des alternatives à l'utilisation du surplus du consommateur. Selon l'auteur, un indicateur de la variation du bien-être du consommateur doit refléter la volonté de payer du consommateur en fonction de la variation de l'utilité marginale de son revenu. De plus, il doit exprimer les gains ou pertes de bien-être en unité monétaire. Également, il doit permettre d'ordonner correctement différentes situations en fonction d'une situation de référence. Enfin, l'indicateur doit être calculable à l'aide de données observables. Ebert affirme que le surplus du consommateur n'est pas une bonne expression monétaire de la variation de bien-être, car la demande pour un bien dépend du prix de tous les autres biens et du revenu, et que le surplus du consommateur d'un bien dépend donc de l'ordre dans lequel les variations de prix des autres biens et du revenu sont évaluées. Puisqu'il n'y a pas d'ordre naturel à suivre dans l'évaluation de ces variations d'utilités, toute évaluation du surplus du consommateur est donc arbitraire. Par ailleurs, afin de s'assurer qu'une amélioration du bien-être corresponde à une variation positive du surplus du consommateur, l'auteur rappelle que les préférences doivent être homothétiques ou parallèles et que soit le prix d'un bien, soit le revenu, doit rester inchangé. En utilisant diverses propriétés axiomatiques¹⁴, l'auteur démontre que la VÉ respecte les quatre propriétés énumérées plus haut et, ce, lorsque le revenu est constant et que les prix varient, le tout en fonction des prix initiaux. Notamment, elle fournit une valeur exacte et bien définie du bien-être

¹⁴C'est-à-dire l'exactitude de la mesure de la variation du bien-être, l'ordonnement correct de différentes alternatives relativement à une situation de référence et la normalisation relativement à un étalon monétaire.

pour tous les ordonnancements possibles. Par ailleurs, si un ordonnancement indirect est plutôt utilisé¹⁵, la VC est plutôt le choix à considérer afin de respecter les propriétés, en prenant en compte les prix finaux. Ce faisant, Ebert exprime sa préférence pour l'utilisation des variations équivalente et compensatoire comme mesures de la variation du bien-être. Il conclut néanmoins en reconnaissant que le surplus du consommateur peut offrir une approximation de ces mesures plus fiables et que l'utilisation du surplus peut être justifiée par le fait qu'il est aisé de le calculer, puisqu'il dérive de la demande du marché et non pas de données sur des demandes individuelles, la nécessité d'avoir recours à ces dernières pouvant rendre l'utilisation des VÉ et VC problématique, voire impossible.

Afin de confirmer la pertinence de l'utilisation du surplus du consommateur, Harberger (1971) a recensé, puis réfuté, certaines des principales objections à l'utilisation du principe des surplus comme mesure du bien-être social. Une première critique soutient que l'analyse du surplus du consommateur est valide uniquement si l'utilité marginale du revenu réel est constante et, donc, que si l'action étudiée modifie cette utilité, l'utilisation des surplus n'est pas valable. Weitzman (1988) a démontré, en assumant l'existence d'un consommateur représentatif, que le surplus du consommateur est une bonne approximation de la variation du bien-être quand un indice approprié de l'inflation est utilisé afin de normaliser les prix. Plus exactement, cet indice de l'inflation préserve la valeur d'un dollar supplémentaire de revenu entre les prix initiaux et finaux. Autrement dit, il fait en sorte que, si les revenus et les prix sont normalisés relativement à la période finale, il en coûte la même quantité de dollars supplémentaires pour augmenter l'utilité du consommateur représentatif de une unité avec les prix normalisés à la période finale qu'il en coûterait avec les prix

¹⁵Comme dans une situation où un projet est réalisé en étapes ou peut être scindé en plusieurs étapes, où on souhaiterait alors évaluer la variation de bien-être entre l'état initial et l'état final, et non pas entre deux états intermédiaires successifs.

donnés à la période initiale. Puisque l'utilité marginale du revenu à la période finale est directement proportionnelle, selon Weitzman, à l'indice de l'inflation, il en résulte que l'utilité marginale du revenu est constante lorsque cet indice est utilisé pour la normalisation. Enfin, un index des prix approprié en serait un qui garde la valeur marginale de un dollar constante entre les prix initiaux et finaux. Toutefois, l'auteur convient que cela n'est pas nécessairement le cas si les revenus et les comportements des consommateurs sont hétérogènes, tout en soutenant, sans développer davantage, que si leurs revenus et leurs comportements sont « en moyenne » ceux d'un consommateur représentatif, l'utilisation du surplus du consommateur reste valable lorsqu'un indice approprié de l'inflation est utilisé.

Deuxièmement, une des objections recensées par Harberger est que la méthode des surplus ne prend pas en compte les changements dans la distribution des revenus qui surviennent en raison de l'action analysée. L'auteur précise, relativement à cette remarque que, d'un côté, seules des données agrégées sont généralement disponibles, ce qui ne permet pas de prendre en compte le poids relatif de tous les agents économiques et que, d'un autre côté, même si des données décomposées étaient disponibles, la décision d'accorder plus de poids à certains agents économiques plutôt qu'à d'autres serait totalement arbitraire et la répartition en résultant serait également sujette à critique. De plus, un parallèle peut être dressé entre les surplus économiques et le produit intérieur brut, qui ne prend pas en compte le poids relatif des différents acteurs économiques, mais est néanmoins accepté comme une mesure du niveau de vie, parmi d'autres, en raison de la corrélation existant entre un PIB par habitant élevé et l'existence d'institutions et de niveaux de services généralement associés à un haut niveau de vie. Hines Jr. (1999), dans une revue de littérature sur le surplus du consommateur, adhère également à ce parallèle et soutient également que l'omission de la question distributive permet de simplifier l'interprétation du surplus du consommateur et d'effectuer des comparaisons

entre différentes situations mettant en scène des poids distributifs différents, le tout en ayant conscience des lacunes du concept.

Troisièmement, une autre critique citée par Harberger soutient que l'utilisation d'un l'équilibre partiel lors de l'analyse à l'aide du surplus du consommateur ne prend pas en compte les conséquences de l'action étudiée sur l'équilibre général. L'auteur insiste sur le fait qu'il est possible de prendre en compte ces conséquences, car les variations de bien-être significatives dans les autres marchés causées par l'action étudiée qui doivent être considérées sont relativement peu nombreuses. En effet, d'une part, les marchés affectés par l'action étudiée sont limités et, d'autre part, parmi ceux-ci, seuls les marchés souffrant à la fois d'une distorsion (ou d'une variation) de grande amplitude (grande variation dans les prix) et d'une variation significative de leurs niveaux d'activité (grande variation dans les quantités) doivent être considérés, puisque l'impact sur tout autre marché¹⁶ est relativement marginal ; ces variations pertinentes doivent alors être prises en compte, en additionnant les variations de surplus qu'elles causent dans les marchés où elles surviennent à la variation survenant dans le marché où l'action étudiée a lieu. Hines Jr. (1999) abonde également en ce sens et souligne que les marchés ne souffrant pas d'une distorsion ne devrait pas être atteints par les effets de débordement (les *spillover effects*, en anglais), puisque les variations de prix et de quantités dans ces marchés n'affecteront pas l'efficacité de l'allocation des ressources : la valeur marginale d'un bien aux yeux des consommateurs sera toujours égale au coût marginal de celui-ci pour les producteurs, dans ces marchés non-distordus. Par ailleurs, l'auteur exprime également l'opinion que l'impact de ne pas prendre en compte toutes les interactions entre tous les marchés ne nuit pas aux qualités d'une étude – en plus d'amener clarté et simplicité à celle-ci – et il énumère cinq études où des conclusions obtenues en équilibre général ont été

¹⁶C'est-à-dire les marchés secondaires où la distorsion fait varier faiblement les prix ou les quantités.

comparables à celles obtenues à l'aide d'un équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire.

Un quatrième commentaire recensé par Harberger est que l'analyse par le surplus du consommateur n'est pertinente que lorsque les changements impliqués sont petits. L'auteur indique que les problèmes où l'utilisation des surplus est propice concernent généralement précisément ces situations. Boardman *et al.* expliquent d'ailleurs que les biais issus de l'utilisation du surplus du consommateur sont

petits et peuvent être assurément ignorés dans une analyse coûts-bénéfices. Du moins, cela est le cas si le changement de prix est modéré et que le bien en question constitue une petite part de la consommation totale. Donc, les analyses coûts-bénéfices des politiques gouvernementales affectant les prix du maïs, du coton, du tabac et de l'essence seront généralement peu affectées par l'utilisation de la demande marshalienne plutôt que hicksienne. (*Ibid.*, 2006 : p. 68, traduction libre)

Jehle et Reny (2011 : p. 183) abondent dans le même sens en précisant que le surplus du consommateur est une bonne approximation de la VC lorsque la variation de prix causée par un projet n'est pas trop grande. Enfin, Willig (1976) précise que, dans la plupart des cas, l'erreur due à l'approximation de la VC par le surplus du consommateur est très faible, plus exactement lorsque l'effet revenu est faible, comme c'est le cas lorsqu'une faible proportion du revenu est dépensée pour un bien.

Conséquemment, à la lumière de ces réflexions, nous constatons que l'utilisation des surplus économiques apparaît comme appropriée dans le cadre de l'analyse que nous souhaitons effectuer, où les variations de prix dans le secteur de l'essence engendrées par la mesure étudiée sont faibles, comme nous le verrons plus loin. Plus exactement, l'utilisation d'un déflateur pertinent nous permettra de nous prémunir contre la première critique recensée par Harberger. De plus, ce mémoire propose précisément d'inclure les marchés indirectement affectés par une taxe pigouvienne dans l'analyse de la mise en place de celle-ci, au lieu de se limiter au marché où elle sera instaurée, ce qui nous mettra à l'abri

de la troisième critique. Enfin, puisque la situation étudiée dans le cadre de ce travail en est une où une taxe fait diminuer une production à un niveau où les externalités que cette production engendre sont socialement acceptables (c'est-à-dire au niveau où une taxe permet que le coût marginal social soit égal au bénéfice marginal privé) et que cette variation est faible, tout comme celle dans le marché secondaire affecté (donc que la production n'y baissera pas à un niveau extrêmement bas), l'utilisation des surplus économiques dans cette condition nous épargne la dernière critique recensée.

2.2 L'évaluation de l'impact économique des externalités négatives associées à la pollution

Il existe une vaste littérature économique traitant des impacts de la pollution sur la société et des moyens que la seconde peut mettre en œuvre pour lutter contre la première. Ces considérations apparaissent comme étant des composantes essentielle de la conception d'un programme de diminution des coûts externes¹⁷. Ainsi, Tol (2013), s'est intéressé à l'impact des changements climatiques et à l'externalité négative que constituent les émissions de CO₂ en effectuant une revue de littérature à ce propos.

Selon l'auteur, il existe 16 études de l'impact des changements climatiques sur le bien-être mondial de la planète et celles-ci concordent sur au moins quatre points. Premièrement, l'effet du doublement de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère terrestre aurait un impact sur le bien-être mondial équivalent à la valeur monétaire de quelques pourcents du PIB planétaire. Diverses méthodes sont utilisées afin d'obtenir ces estimations, par exemple la multiplication des effets physiques des changements climatiques par une estimation de la valeur de ces effets, ou l'observation, à travers l'espace, des variations de prix et de

¹⁷Dans le cadre de ce mémoire, nous utiliserons les termes externalités négatives, coûts externes et déséconomies externes comme des synonymes.

dépenses et, ce, afin de discerner les effets des variations climatiques, sachant que celles-ci ne sont pas les mêmes selon les régions ; ainsi, cet impact mondial sur le bien-être peut notamment être estimé par l'évaluation de la valeur des dégâts causés par l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère ou par une évaluation de l'effet de cette augmentation sur la consommation et sur la production. Ensuite, le bénéfice social initialement positif d'une hausse de la température terrestre serait rapidement annulé par des pertes sociales lorsque celle-ci augmenterait davantage¹⁸. Puis, l'incertitude de ces valeurs estimées de l'impact sur le bien-être du réchauffement climatique est très élevée et cette incertitude augmente lorsque l'horizon des prévisions s'éloigne du présent. Enfin, les pays les moins développées sont les plus vulnérables aux variations de bien-être induites par les changements climatiques.

Le coût marginal des dommages causés par le CO₂, c'est-à-dire son coût marginal social tel que le définissait Pigou, correspond, selon Tol, à la valeur actualisée nette de la hausse des dommages dus à une hausse des émissions de CO₂. Outre les effets sur le bien-être planétaire, plusieurs autres variables influent sur ce coût, comme le taux d'escompte social ou les projections des émissions de CO₂ futures¹⁹. Ainsi, la valeur de ces dommages varie entre une moyenne de 25\$ par tonne de CO₂ pour les études donnant un poids peu élevé aux dégâts futurs et de 296\$ pour celles leur donnant un poids important (ce qui correspond à des taux d'escompte de 3% et tendant vers 0%, respectivement). Cependant, même pour des valeurs identiques du taux d'escompte social, les

¹⁸Tol explique que ces bénéfices sont estimés à entre 0% et 5% de la valeur du PIB terrestre et que l'estimation de la hausse de température permettant d'atteindre ces bénéfices est comprise entre 0 et 3,25 degrés Celsius ; aucune des études recensées par l'auteur ne fait état de possibles bénéfices si la hausse de température était plus élevée.

¹⁹Les émissions futures ayant un impact en raison de la longue durée de vie du CO₂ dans l'atmosphère et, conséquemment, du fait que le CO₂ a un impact pendant plusieurs siècles après son émission. Ainsi, l'impact marginal d'une émission de CO₂ à un moment donné dépend notamment de la quantité totale de gaz à effet de serre présente dans l'atmosphère à ce moment-là, qui dépend des émissions effectuées au cours des siècles précédents, et de la quantité des émissions futures.

588 estimations colligées connaissent des divergences majeures et, ce, parce que les variables pouvant être considérées sont nombreuses et les estimations de leurs valeurs, tout aussi nombreuses. Par exemple, avec un taux de 1%, la moyenne du coût social du CO₂, donc de la hausse des dommages dus à une hausse des émissions de gaz à effet de serre, est de 105\$ par tonne, mais la médiane est de 83\$, suggérant que certaines estimations sont beaucoup plus élevées.

La grande incertitude de ces résultats laisse entrevoir une des difficultés conceptuelles de la mise en œuvre d'une taxe carbone optimale, puisqu'il est en effet difficile de déterminer la valeur que doit prendre celle-ci, sa valeur par tonne devant idéalement correspondre à celle des dommages marginaux, actualisés sur toute la durée de vie du CO₂ dans l'atmosphère, causés par une tonne d'émissions de CO₂. Cela est un bon exemple d'une situation faisant en sorte que les coûts de recherche d'informations nécessaires à la mise en place d'une taxe pigouvienne optimale sont élevés. De même, cette incertitude est une des raisons qui pourraient fausser notre analyse de la variation du niveau de bien-être social. En effet, la taxe carbone mise en place en Colombie-Britannique est de 35\$/tonne de CO₂ émise. Or, si cette taxe est incorrectement calibrée et que la valeur des dommages marginaux causés est plutôt en réalité, par exemple, de 25\$/tonne, notre analyse, basée sur une valeur de 35\$/tonne, fournira des résultats inexacts : nous surestimerons les bénéfices de la taxe carbone et nous ne prendrons pas en compte l'existence de la perte sèche causée par la présence d'une taxe supérieure à la valeur des dommages marginaux. Inversement, si la valeur véritable des dommages marginaux est plutôt de 45\$/tonne, notre analyse ne prendra pas en compte le fait que des bénéfices supplémentaires pourraient être obtenus si la valeur de la taxe était augmentée. Ainsi, si la valeur de la taxe carbone britanno-colombienne ne correspond pas à la valeur des dégâts réellement causés par les émissions de CO₂, il est possible que les résultats de notre analyse soit inexacts, les bénéfices de la taxe dans le

marché où elle est appliquée étant alors incorrectement évalués. Afin de palier quelque peu à ce problème, nous effectuerons une analyse de sensibilité en utilisant également d'autres valeurs de la taxe pigouvienne que celle actuellement utilisée en Colombie-Britannique.

2.3 La taxe pigouvienne et le bien-être social

Comme nous l'avons déjà énoncé précédemment, le principe de taxe pigouvienne a été examiné sous bien des facettes depuis son introduction. Ainsi, l'influence de la structure du marché émettant une déséconomie externe sur le succès de la taxation pigouvienne a été étudiée géométriquement par Buchanan (1969).

Dans un premier temps, Buchanan a déterminé que le bien-être social, en terme de surplus du consommateur²⁰, diminue lorsqu'une taxe correctrice²¹ est appliquée sur un marché monopolistique générant une externalité négative et, ce, lorsque la valeur de cette taxe est inférieure au taux de marque (*mark-up*, en anglais, c'est-à-dire à la différence entre le prix demandé et le coût de production) au niveau de production initial du monopoleur. La partie (A) de la figure 1, inspirée par celle présentée par Buchanan, expose une situation où la valeur de la taxe est inférieure au taux de marque, avec une demande D et un coût marginal de production constant CM. Si la structure de cette industrie est monopolistique, la quantité produite avant l'instauration de la taxe serait de **h**, le prix correspondant serait de **c** et le taux de marque serait de **ac**. Si une externalité négative, générée par cette industrie, est internalisée à l'aide d'une taxe correspondant à la distance **ab** (faisant de la courbe T la courbe

²⁰Son modèle utilisant des coûts marginaux constants, le surplus du producteur y est donc nul, à l'exception de l'éventuelle rente d'un monopoleur.

²¹Dans le cadre de ce mémoire, les termes « taxe correctrice » et « taxe pigouvienne » et, dans le cas des externalités négatives reliées aux émissions de CO₂, « taxe carbone », sont considérés comme des synonymes.

représentant la somme des coûts marginaux privés et sociaux), la quantité produite diminuerait à **e** et le prix augmenterait à **d**. Néanmoins, puisque les consommateurs donnaient à la quantité qui n'est plus produite la valeur **egjh**, alors que le coût social de cette quantité était de **efih**, la société perd, en terme de bien-être, une valeur équivalente à la surface quadrillée **fgji**. Cependant, si l'industrie est concurrentielle, l'équilibre sera au point **o**, avec une quantité **n** et un prix **a**. Suite à l'instauration de la taxe **ab**, le prix augmentera à **b** et la quantité produite chutera à **k**, au point d'équilibre **m**. La valeur pour les consommateurs de la quantité qui n'est plus produite suite à l'instauration de la taxe correspondait à la surface **kmon**, alors que le coût pour la société de cette quantité était de **kmpn** ; le gain, en terme de bien-être social, résultant de l'instauration de cette taxe correspond donc à la surface pointillée **mop**.

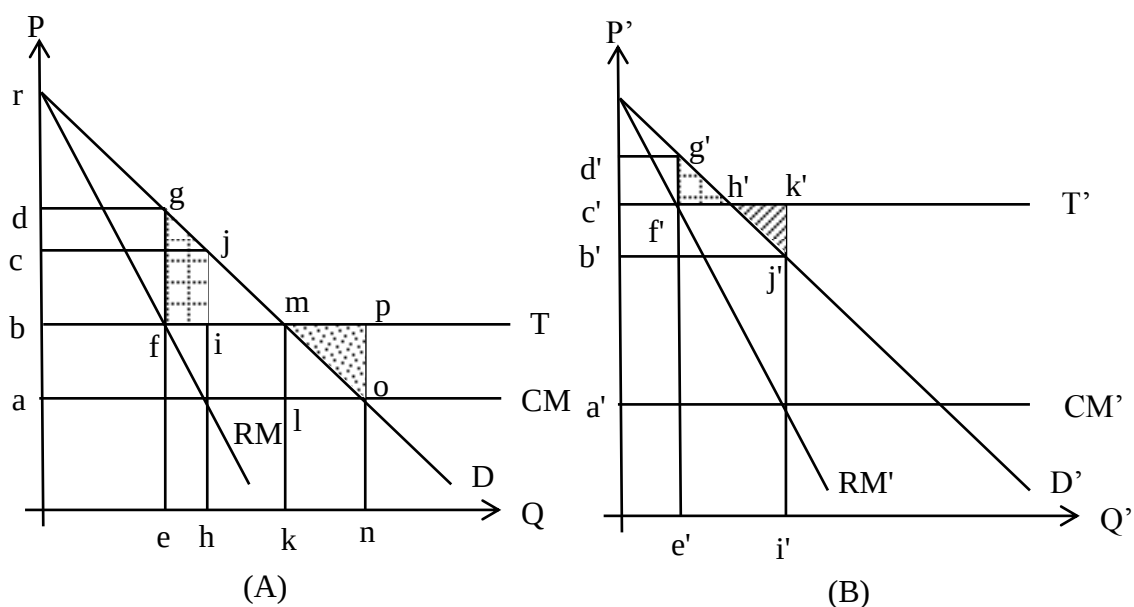


Figure 1 : En situation monopolistique, l'imposition d'une taxe pigouvienne ab lorsque le taux de marque ac est supérieur (partie A) engendre une diminution du bien-être (surface quadrillée). Au contraire, lorsque la valeur de la taxe $a'c'$ est supérieure au taux $a'b'$ (partie B), la taxe peut engendrer une augmentation du niveau de bien-être (si la surface lignée est plus grande que la surface quadrillée).

Dans le cas où le taux de marque est inférieur à la valeur de la taxe pigouvienne, l'effet sur le bien-être est incertain et dépend de la valeur de la taxe relativement au taux de marque. Cette situation est représentée par la partie (B) de la figure 1. Avant l'instauration d'une taxe correctrice, une quantité i' est produite, à un prix b' , et, ce, pour un taux de marque de $a'b'$. Suite à l'instauration d'une taxe pigouvienne de valeur $a'c'$, la quantité produite chute à e' et le prix augmente à d' . Les consommateurs donnaient à la quantité qui n'est plus produite la valeur $e'g'j'i'$, alors que le coût social de cette quantité était de $e'f'k'i'$; on constate donc que la surface quadrillée $f'g'h'$ correspond à une perte de bien-être social, alors que la surface lignée $h'j'k'$ correspond à un gain de bien-être social, la variation de bien-être global étant positive si le premier triangle est plus petit que le second, et inversement. Ainsi, dans un marché monopolistique, lorsque le taux de marque est inférieur à la taxe, plus la taxe est grande par rapport au taux de marque, plus la variation du bien-être social tendra à être positive (*i.e.* plus la surface quadrillée $f'g'h'$ sera petite et la surface lignée $h'j'k'$ sera grande), et inversement. Donc, toutes choses étant égales par ailleurs, plus les consommateurs seront sensibles au prix dans un marché monopolistique connaissant une telle situation, plus la probabilité qu'une taxe pigouvienne engendre une variation de bien-être à la hausse sera grande, puisque le taux de marque est plus faible lorsque la demande est davantage élastique²². Buchanan signale que cela est due au fait que le monopoleur génère deux « externalités négatives » : il engendre un coût social, et il produit à une quantité sous-optimale et à un prix sur-optimal. Tant que la seconde « externalité » sera plus importante que la première (donc tant que la valeur de la taxe correctrice, en supposant qu'elle concorde exactement avec le coût social et que celui-ci est correctement évalué, sera inférieure au taux de marque), l'instauration d'une taxe pigouvienne diminuera le bien-être social,

²²Rappelons que, si le marché monopolistique connaît une situation où la taxe est inférieure au taux de marque, l'imposition d'une taxe pigouvienne engendrera obligatoirement une variation de bien-être à la baisse.

puisqu'elle renforcera la déséconomie externe que constitue la situation de monopole. Au contraire, l'auteur rappelle que cette distorsion supplémentaire n'existant pas en situation de concurrence pure et parfaite, il est certain que la mise en place d'une taxe pigouvienne dans un marché connaissant cette dernière situation et générant une externalité négative entraînera une augmentation du bien-être social, comme le démontre la partie (A) de la figure 1.

Goel et Wei-Te Hsieh (1997) ont repris les travaux que nous venons d'énoncer, mais en substituant l'analyse graphique de Buchanan (1969) par une analyse mathématique et ils arrivent aux mêmes conclusions. De plus, ils rappellent que cette analyse en est une en équilibre partiel et que le bien-être social global pourrait diminuer malgré une hausse du bien-être social dans le marché étudié, si la production dans d'autres secteurs générant d'autres déséconomies externes augmentait en raison de la hausse de la taxe pigouvienne. Ils précisent également que cette analyse tient pour des situations non-extrêmes : en effet, par exemple, si le niveau initial de la taxe est très élevé, une baisse de celle-ci pourrait avoir un effet bénéfique sur le bien-être social.

Ces prévisions en ce qui concerne l'impact d'une taxe pigouvienne sur le bien-être social suggèrent donc que des politiques de ce type devraient être instaurées sur des marchés s'approchant le plus possible d'une situation de concurrence pure et parfaite ou, à défaut, de situations intermédiaires entre la concurrence pure et parfaite et le monopole. En effet, puisqu'un secteur d'activité où les firmes possèdent un grand pouvoir de marché implique la présence d'un faible effet positif sur le bien-être social, voire d'un effet négatif, il appert peu pertinent d'intervenir dans un secteur fortement monopolistique. C'est pourquoi nous nous intéresserons aux secteurs pétrolier et de l'essence puisque, bien qu'ils ne soient pas en situation de concurrence pure et parfaite, ce ne sont pas des secteurs monopolistiques. De plus, en raison de la nature des

émissions de CO₂ générées par la consommation d'essence, c'est-à-dire qu'elles restent plusieurs siècles dans l'atmosphère terrestre et qu'elles ont un impact sur celle-ci pendant toute leur durée de vie, nous nous intéressons au comportement à long terme de ces secteurs. Par ailleurs, comme les études que nous avons consultées, au même titre que les articles que nous venons de présenter, ne mentionnaient pas l'impact de la taxe corrective sur d'autres secteurs d'activité²³ que celui taxé, outre la diminution des dommages externes totaux – qui affectent toute la société – nous nous attendons à ce que le bien-être social puisse éventuellement diminuer suite à une augmentation de la taxe pigouvienne et, ce, même si le secteur taxé en est un en situation de concurrence pure et parfaite, en raison des interactions entre ce secteur et les autres.

2.4 Estimation des courbes de demande et d'offre d'essence et de pétrole

Pour mener à bien notre analyse, il sera nécessaire d'estimer les demandes et les offres d'essence et de pétrole spécifiques à la Colombie-Britannique. Cette sous-section démontrera la façon selon laquelle la littérature propose d'y parvenir.

2.4.1 Estimation de la demande d'essence

Afin d'évaluer la courbe de demande marshalienne du secteur de l'essence en Colombie-Britannique, nous utiliserons la méthodologie généralement employée dans la littérature. Ainsi, la plupart des modèles recensés par Dahl et Sterner (1991) sont une variante du modèle statique simple :

²³À l'exception de la possibilité que l'externalité négative affecte un seul marché, autre que celui taxé, dans lequel cas Buchanan propose que les recettes de la taxe soient versées aux victimes de l'externalité négative dans l'autre marché.

$$G = f(P, Y) \quad (1)$$

où G est la quantité d'essence vendue, P est son prix en dollars constants et Y est le revenu réel. Les études ayant recours à un modèle où le prix et le revenu ne sont pas inclus sont considérées comme souffrant d'une mauvaise spécification et ne sont pas retenus par les auteurs. Outre ce modèle simple, qui a été utilisé dans 35% des 296 études revues par les auteurs, ceux qui reviennent le plus fréquemment sont les modèles qui incluent une variable explicative supplémentaire. C'est le cas du modèle d'ajustement partiel (25% des études revues), où la quantité d'essence demandée lors de la dernière période, G_{t-1} , est ajoutée au modèle statique :

$$G = f(P, Y, G_{t-1}) \quad (2)$$

Ce modèle permet de capturer le fait que les adaptations prennent un certain temps à se réaliser. Comme les ajustements dépendent également du stock de véhicules, une seconde alternative est le modèle de véhicule simple (19% des études revues), qui ont recours à une mesure du stock de véhicules V :

$$G = f(P, Y, V) \quad (3)$$

Dans les deux cas, l'objectif est de modéliser le fait que la consommation actuelle ne dépend pas uniquement du prix et du revenu actuels, mais également des prix et des revenus passés, ces derniers influençant la consommation passée et le stock actuel de véhicules. On retrouve ces différentes spécifications dans plusieurs études publiées depuis. Par exemple, Akinboade *et al.* (2008) n'utilisent aucune variable explicative supplémentaire, alors que Bentzen (1994) utilise la quantité d'essence par capita demandée dans le passé et que Liddle (2012) se sert du nombre de véhicules par 1000 habitants. D'autres spécifications ont également été utilisées, tel que le recours à la densité de population en personnes par kilomètre carré par Burke et Nishitatenno (2013) ou la troisième alternative recensée le plus couramment par Dahl et Sterner, celle du modèle des caractéristiques du véhicule, qui n'a été utilisé que dans 9% des

296 études revues par ceux-ci, et qui consiste à ajouter un vecteur incluant des caractéristiques des véhicules à l'équation du modèle de véhicule simple, comme l'ont fait Akisawa *et al.* (2012) en ajoutant la consommation d'essence moyenne des véhicules en litres par 100 kilomètres.

Dans une méta-analyse couvrant 277 estimations, Espey (1998) souligne que la forme fonctionnelle utilisée est généralement une fonction multiplicative, comme la forme log-log utilisée dans les cinq études citées précédemment. Cependant, l'auteur souligne que les études ayant plutôt utilisé une forme linéaire n'obtiennent pas des résultats très différents. Quant à la méthode d'estimation, les moindres carrés ordinaires, utilisés selon l'approche de White, est celle à laquelle on a le plus souvent recourt, selon Espey ; il s'agit d'ailleurs de la méthode utilisée par Bentzen (1994), et Burke et Nishitateno (2013). Comme Dahl et Sterner (1991), Espey (1998) soutient que la structure des données, le fait qu'elles soient agrégées ou par capita, et l'intervalle de temps séparant la prise de chacune des données a peu d'impact sur les résultats et leurs significativités. Basso et Oum (2007) abondent également en ce sens – cependant, selon Espey, les données par capita annuelles sont celles qu'on retrouve le plus fréquemment alors que, selon Basso et Oum, on observe généralement des données agrégées annuelles. Tant Espey que Basso et Oum spécifient également que les données doivent être normalisées, afin de prendre en compte l'inflation, comme le font Bentzen en utilisant l'indice des prix à la consommation et Burke et Nishitateno avec le déflateur du PIB ; cela va dans le sens de la proposition de Weitzman (1988), que nous avons mentionnée précédemment, et qui soutenait que le surplus du consommateur est une bonne approximation de la variation du bien-être quand un indice approprié de l'inflation est utilisé afin de normaliser les prix.

Dans le cadre de ce mémoire, en raison des données disponibles, nous retiendrons le modèle statique simple, le modèle d'ajustement partiel et le

modèle de véhicule simple, ainsi qu'une régression incluant à la fois les variables G_{t-1} et V , en normalisant les données à l'aide de l'indice des prix à la consommation. La forme log-log sera utilisée, puisque les coefficients obtenus pour la variable P grâce à la méthode des moindres carrés ordinaires pourront ainsi être directement interprétés comme des élasticités-prix de la demande.

2.4.2 Estimation de la demande de pétrole

Dans le but d'estimer la courbe de demande marshalienne britanno-colombienne du secteur pétrolier, nous utiliserons la méthodologie employée dans la littérature, qui s'inspire de la méthodologie employée pour évaluer la demande d'essence²⁴. En effet, Jones (1993), dans un modèle repris par Cooper (2003) et Adenikinfu *et al.* (2010), a déterminé que le modèle d'ajustement partiel à un retard fournissait les résultats les plus significatifs :

$$q = f(p, y, q_{t-1}) \quad (4)$$

où q est la consommation de pétrole, p est le prix en dollars constants du pétrole, y est le revenu réel et q_{t-1} est la consommation de pétrole lors de la période précédente. Hamilton (2008) est également d'avis que le prix et le revenu sont des déterminants clefs de la demande de pétrole, mais il estime que le prix de la période précédente, p_{t-1} , est la variable retardée à préconiser puisque, selon lui, l'influence des prix passés du pétrole sur les habitudes d'achat de voitures des consommateurs contribuerait davantage à expliquer la quantité de pétrole consommée présentement que les quantités de pétrole consommées passées :

$$q = f(p, y, p_{t-1}) \quad (5)$$

Au contraire, Krichene (2002) et Ziramba (2010) ont estimé la demande de pétrole à l'aide d'un modèle statique :

²⁴Les méthodes relatives à l'estimation de la demande d'essence ou de pétrole étant parfois confondues et les articles traitant parfois des deux à la fois.

$$q = f(p, y) \quad (6)$$

Notons que, dans tous les cas, les auteurs ont utilisé la forme log-log afin de réaliser leurs estimations. Enfin, selon Hamilton, les moindres carrés ordinaires constituent la méthode d'estimation la plus utilisée et il s'agit de celle qu'utilise explicitement Jones. Les données agrégées sont utilisées par Jones et Krichene, alors que Adenikinfu *et al.*, Cooper et Ziramba utilisent plutôt des données par capita. Dans tous les cas, les données sont normalisées, par exemple avec le déflateur du PIB (Jones, Ziramba) ou l'indice des prix à la consommation (Adenikinfu *et al.*, Krichene), ce qui rejoint encore une fois les idées proposées par Weitzman.

Nous retiendrons, dans le cadre de ce mémoire, les trois modèles présentés précédemment, ainsi qu'une régression incluant à la fois les variables p_{t-1} et q_{t-1} , en normalisant les données à l'aide de l'indice des prix à la consommation. La forme log-log sera utilisée, puisque les coefficients obtenus pour la variable p grâce à la méthode des moindres carrés ordinaires pourront ainsi être directement interprétés comme des élasticités-prix de la demande.

2.4.3 Estimation des offres d'essence et de pétrole

La littérature relative à l'estimation de l'offre d'essence est très limitée. Le bureau du Budget du Congrès américain²⁵ (2003) et Austin et Dinan (2005) estiment que l'élasticité-prix de long terme de l'offre d'essence est de 2. Ils obtiennent ce résultat sans effectuer une analyse économétrique, mais en comparant plutôt les variations de quantité et de prix observées à partir des données de l'Agence d'information sur l'énergie américaine²⁶. Par ailleurs, Coyle *et al.* (2012) citent cette valeur, sans critiquer sa validité. Cependant, ils

²⁵Traduction libre de l'anglais *Congressional Budget Office*.

²⁶*Energy Information Administration*, traduction libre en français.

estiment également une élasticité-prix de l'offre d'essence de court terme de 0,29, à l'aide d'un modèle similaire, mais dont l'application à l'offre est apparemment inédite, à celui décrit précédemment pour évaluer la demande d'essence. Enfin, Davis et Kilian (2011) supposent que l'offre d'essence est parfaitement inélastique à court terme et parfaitement élastique à long terme, en affirmant que les détaillants possèdent suffisamment de réserves pour faire face à toute variation de la demande à court terme et suffisamment de temps pour faire face à toute variation de la demande à long terme, l'amplitude d'une variation de la demande d'essence étant supposément plus grande à long terme qu'à court terme. Ainsi, il nous appert que l'offre d'essence est élastique à long terme et relativement inélastique à court terme.

Similairement, la littérature concernant l'offre de pétrole est également limitée. Ainsi, Hamilton extrapole, à l'aide d'estimations des coûts marginaux de production de l'Arabie-Saoudite et de variations dans la quantité de pétrole produite à l'échelle mondiale et dans les parts de marché de l'Arabie-Saoudite, que l'élasticité de l'offre de long terme de pétrole de l'Arabie-Saoudite est de 2,17. Il précise également que l'élasticité de l'offre de court terme de pétrole dans le Monde est extrêmement faible et, ce, en raison de l'absence d'une capacité de production excédentaire significative. Par ailleurs, le modèle simultané de Krichene (2002), où les offres et les demandes de pétrole et de gaz naturel sont estimées simultanément pour les pays membres du G7, fournit une élasticité-prix de l'offre de pétrole à long terme de 0,25 en moyenne avec un intervalle compris entre 0,10 et 1,10, alors que l'élasticité-prix de court terme est comprise dans un intervalle allant de -0,16 à 0,01, l'auteur interprétant le signe négatif comme étant un reflet de la très forte inélasticité à court terme de l'offre de pétrole. Donc, il nous semble que l'offre de pétrole est fortement inélastique à court terme, tout en pouvant être relativement inélastique à long terme, comme dans le cas du groupe des sept pays les plus industrialisés, ou élastique à long terme, tel que dans le cas de l'Arabie-Saoudite.

Dans le cadre de ce mémoire, nous retiendrons les valeurs de long terme, puisque nous nous intéressons aux comportements à long terme des secteurs concernés. Ainsi, nous aurons recours à une élasticité-prix de l'offre d'essence de 2, puisque cette valeur semble être relativement consensuelle dans la littérature traitant de cette question. Quant à l'élasticité-prix de l'offre de pétrole, nous retiendrons une valeur de 0,25, car elle correspond à une moyenne d'estimations de pays avancés, tout en faisant une analyse de sensibilité en utilisant une valeur de 2,17, car il s'agit de la seule autre valeur proposée dans la littérature.

2.5 Où une externalité négative doit-elle être corrigée?

Une autre facette entourant la correction d'une externalité négative concerne l'emplacement où cette correction doit être appliquée. Plus exactement, dans le cas des émissions de CO₂, celles-ci doivent-elles être régulées en amont, où sont les fournisseurs primaires de combustibles fossiles, comme les pétrolières? Un contrôle en aval, tel qu'au niveau des détaillants d'essence, où on retrouve les consommateurs finaux, est-il préférable? La correction doit-elle plutôt se situer dans une position intermédiaire, où la transformation du produit a lieu, comme au niveau des raffineurs?

Sorrell (2010) souligne que, dans un système de régulation en amont, les producteurs (ou les fournisseurs) de combustibles fossiles donnent aux autorités une compensation pour la quantité de carbone contenue dans les biens qu'ils vendent alors que, dans un système de régulation en aval, les utilisateurs de combustibles fossiles donnent une compensation aux autorités pour leurs émissions de carbone. Par ailleurs, un système en amont offre la possibilité de réguler les émissions de toute l'économie, alors qu'un système en aval ne permet en général que de réguler un sous-ensemble des émissions et, ce, généralement dans les secteurs d'activités de l'économie émettant le plus. Eyre

(2010) a utilisé le concept d'échange de carbone personnel (« *Personal Carbon Trading* », ou PCT) afin de comparer chacune de ces options et, ce, afin d'analyser les implications de ce choix de politique environnementale. L'auteur définit le PCT comme étant tout système de plafonnement et d'échange dans lequel des droits d'émission sont remis aux consommateurs. Les trois éléments à prendre en compte dans le cadre de cette analyse sont l'ampleur du programme, le système d'allocation et à quel acteur est restitué le droit d'émettre. L'ampleur du programme peut être l'économie dans son ensemble mais, lorsque d'autres programmes de réduction des gaz à effet de serre sont déjà en place, elle peut être réduite aux secteurs d'activités qui ne sont pas déjà régulés, par exemple en étant limitée exclusivement aux émissions dues au transport routier. Le système d'allocation peut aller d'une distribution gratuite d'une quantité égale de PCT à chaque consommateur jusqu'à une enchère visant à distribuer les PCT aux fournisseurs primaires, qui les redistribueront ensuite aux consommateurs. L'acteur possédant le droit d'émettre peut être, par exemple, le fournisseur ou le producteur d'énergie, et c'est jusqu'à lui que les PCT devront arriver, puisqu'il devra en posséder une quantité suffisamment grande pour couvrir la quantité de polluant qu'il émet – et il s'agit du facteur clef dans la définition de l'impact de l'emplacement de la taxation. Par ailleurs, Eyre souligne que, peu importe l'acteur à qui est restitué le droit d'émettre, les délais dans les investissements et les réponses comportementales feront en sorte qu'il y aura un long délai entre l'instauration d'un processus internalisant l'externalité négative et la réponse sur les quantités et que ce facteur n'est donc pas à prendre en considération ici. Sorrell abonde également en ce sens puisque, en citant des études psychologiques, il affirme que les changements comportementaux et sociétaux liés aux impacts environnementaux des actions des individus ne sont significatifs qu'à long terme.

Pour Eyre et Sorrell, si l'acteur possédant le droit d'émettre est situé en amont, c'est-à-dire que si ce sont ceux qui extraient les combustibles fossiles ou qui les

important qui doivent remettre les PCT aux autorités, on s'attend à ce que l'administration et l'application de la loi soit simple, vu le petit nombre d'acteurs et de biens impliqués. Par ailleurs, les coûts de transaction seraient limités si les acteurs en amont recueilleraient les PCT via le système bancaire. Cependant, en contrepartie, l'implication minimale des consommateurs qui en découle ferait en sorte qu'il n'y aurait plus de liens directs entre les actions des consommateurs et l'intensité des émissions de CO₂ découlant de ces actions, limitant ainsi les changements significatifs et durables dans les comportements, puisque le coût du carbone serait « caché » dans le prix de tous les biens de consommation, au lieu d'être « explicite » dans le prix de seulement certains biens.

Si c'est plutôt l'acteur situé en aval qui possède le droit d'émettre, Eyre affirme que la méthode de mise en œuvre la plus efficace et la moins coûteuse est celle où le détaillant final vend des PCT au consommateur lorsque ce dernier achète un bien, puis reprend instantanément ces PCT pour le compte des autorités lorsque l'échange est conclu. Dans ce cas-ci, les détaillants d'énergie finale devraient également obtenir les droits d'émission grâce à un système bancaire. En contrepartie de ces coûts de transaction accrus, les consommateurs auraient la possibilité d'obtenir des prix inférieurs en consommant des produits incluant un coût du carbone moindre, voir nul, en achetant des biens et services dans des secteurs moins ou non taxés de l'économie. Encore une fois, Sorrell abonde en ce sens, en ajoutant que, du point de vue du consommateur, cette politique est similaire à un rationnement (tout comme une politique en amont, cette dernière étant cependant indirecte et moins visible aux yeux du consommateur).

Enfin, une solution mitoyenne est que le droit d'émettre soit restitué à un acteur intermédiaire. La différence entre cette solution et celle proposée précédemment est que les prix de tous les biens offerts par un même acteur intermédiaire incluraient un coût du carbone – et non plus seulement certains de

ces biens, à un niveau plus en aval – et que l’acteur intermédiaire remettrait aux autorités une quantité de PCT globale pour l’ensemble de ses activités, et non plus une quantité de PCT pour chacune des transactions enregistrées. Cette approche intermédiaire est préconisée par Eyre, car elle offre davantage d’options aux consommateurs et de possibilités de réduction que la solution en amont, tout en étant moins coûteuse et plus simple à administrer et à appliquer que la solution en aval.

Cette référence aux PCT permet d’observer les impacts que l’emplacement où une déséconomie externe doit être corrigée peut avoir. Cependant, Eyre et Sorrell ne prennent pas en considération l’impact de la politique mise en œuvre sur les activités en amont et en aval du secteur où la politique est appliquée et notre analyse permettra de palier à cette lacune.

Dans ce mémoire, nous analyserons l’impact d’une taxe pigouvienne sur les secteurs d’activité qui n’y sont pas sujets et sur le bien-être social total de la société et, ce, en utilisant comme mesure du bien-être social la notion des surplus économiques. Les résultats dépendront notamment de la quantification adéquate des dommages externes causés par l’activité générant une externalité négative et nous les comparerons aux prévisions effectuées par Buchanan (1969), puisque ces résultats dépendent également de la structure des marchés impliqués. Pour y parvenir, les demandes et les offres d’essence et de pétrole devront être estimées. Cette analyse permettra d’analyser l’impact d’une taxe imposée en aval (lorsque l’impact de la taxe sur l’essence sur le secteur pétrolier en amont sera étudié) et de mettre cette situation en perspective relativement à une situation où la taxe serait plutôt imposée en amont.

3. Cadre théorique

Cette section exposera en détail le cadre théorique utilisé afin d'étudier l'impact d'une taxe corrective sur les secteurs d'activité qui n'y sont pas sujets et sur le surplus économique total de la société, c'est-à-dire, dans le cas nous intéressant ici, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence sur le secteur pétrolier de cette province. Diverses considérations relatives au cadre théorique seront d'abord abordées puis, avant d'effectuer une synthèse, chacune de ses composantes sera décrite en profondeur : le marché générateur d'une externalité négative et le marché en amont.

3.1 Considérations générales

Afin d'analyser l'impact d'une taxe pigouvienne sur les secteurs non-taxés de la société et sur le bien-être social total, nous utiliserons un modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire constitué, d'une part, d'un secteur générateur d'une externalité négative où une taxe corrective est appliquée (*i.e.* le secteur de l'essence) et, d'autre part, d'un secteur situé en amont du secteur taxé et dont la production est un intrant dans le secteur taxé (*i.e.* le secteur pétrolier).

Ainsi, nous nous intéresserons au marché pétrolier, qui est un secteur complémentaire du marché générateur de déséconomies externes qu'est celui de l'essence, car ce dernier ne possède pas de substitut²⁷ significatif, à l'heure actuelle et dans le contexte canadien, qui pourrait bénéficier positivement de l'internalisation des coûts externes. Le secteur complémentaire analysé est au sein de la même chaîne verticale de production du bien final, afin d'observer l'impact d'une taxe pigouvienne sur le reste de la chaîne de production et de

²⁷Un secteur substitut de l'essence pouvant être, par exemple, celui de l'hydro-électricité utilisée pour alimenter en énergie les voitures totalement électriques.

pouvoir éventuellement déterminer à quel emplacement dans cette chaîne la correction doit être appliquée. Notons, par ailleurs, qu'il n'existe également pas non plus de substitut significatif à l'intrant principal qu'est le pétrole dans le processus de production de l'essence.

Tel qu'exposé dans la revue de littérature, les secteurs sélectionnés pour l'imposition d'une taxe pigouvienne devraient se rapprocher le plus possible d'une situation de concurrence pure et parfaite. Le fait que le marché des hydrocarbures et des produits pétroliers raffinés de la Colombie-Britannique soit lié au reste du Monde par les réseaux routier et ferroviaire, des pipelines et des installations portuaires contribue à s'approcher de cette situation. De même, le secteur non taxé analysé doit être choisi de façon à être affecté fortement, tant en termes d'amplitude que de quantité affectée. Le principal intrant dans la production d'essence étant le pétrole et près de 40% du pétrole utilisé au Canada – et dans l'Ouest du Canada – étant raffiné en essence, constituant ainsi le principal débouché de l'or noir (Ressources naturelles Canada, 2013), ce critère est également rempli.

Notons que le choix de se concentrer uniquement sur le secteur pétrolier est un choix arbitraire, certes, qui ne prend pas en compte les bénéfices réalisés dans d'autres marchés et découlant de la hausse des prix de l'essence, comme la présence de surplus accrus dans d'autres marchés. Néanmoins, l'approche des marchés secondaires à laquelle nous avons ici recours est inévitablement sujette à ce biais à la baisse lorsque ces bénéfices secondaires de la taxe carbone sont répartis sur de nombreux secteurs, alors que les pertes de cette taxe corrective sont concentrées sur un seul marché. Ainsi, il sera important de prendre cela en considération lors de l'interprétation des résultats.

3.2 Le secteur générateur d'une externalité négative

Soit un secteur d'activité produisant un bien X, l'essence, dont l'utilisation génère une externalité négative, des émissions de CO₂. Les autorités imposent une taxe pigouvienne sur le bien X, afin de réduire la production de ce bien à un niveau socialement optimal. Plus exactement, il s'agit du niveau où le bénéfice marginal privé (BMP, égal au bénéfice marginal social, BMS) de ce bien est égal à son coût marginal social (CMS), tel qu'illustré par le point β de la figure 2, permettant ainsi à ce secteur d'activité d'être efficace, malgré la présence d'une externalité.

La valeur de la taxe pigouvienne correspond à la somme de la taxe t déjà en vigueur, à des fins fiscales, sur le bien X, et d'une augmentation de Δt par unité produite de ladite taxe, pour un total de $(t + \Delta t)$, où Δt correspond à ce que la Colombie-Britannique nomme la « taxe carbone ». La somme de la taxe fiscale t , de la taxe carbone Δt et du coût marginal privé (CMP) correspond au coût marginal social, représenté par la droite CMS sur la figure 2. Si la production n'est pas régulée, c'est-à-dire lorsqu'une quantité Q_x^0 de biens est produite à un prix P_x^0 , l'équilibre se situe au point α ²⁸. Cette internalisation des coûts marginaux externes (CME) de la production fait varier négativement la quantité produite de $(\Delta Q_x^1 + \Delta Q_x^2)$ unités, à Q_x^2 unités, pour un prix supérieur P_x^2 pour le consommateur (point β) et pour un prix inférieur P_x^4 pour le producteur (point γ). La part de cette internalisation relevant de la taxe fiscale déjà en vigueur correspond donc à une diminution de la quantité produite ΔQ_x^1 , pour un prix de P_x^1 pour le consommateur (point ϵ) et de P_x^3 pour le producteur (point A) ; celle relevant de l'action gouvernementale visant à diminuer l'externalité négative correspond donc à une diminution de la quantité produite

²⁸Bien que la taxe t ne soit pas initialement perçue afin de réduire une externalité négative, dans ce contexte, elle correspond également à une taxe pigouvienne non-optimale et, conséquemment, le point ϵ correspond à une situation où il existe une régulation non-optimale, alors que le point α correspond à la situation où il n'existe aucune régulation.

ΔQ_x^2 , qui induit une hausse de prix à P_x^2 pour le consommateur et une baisse de prix à P_x^4 pour le producteur.

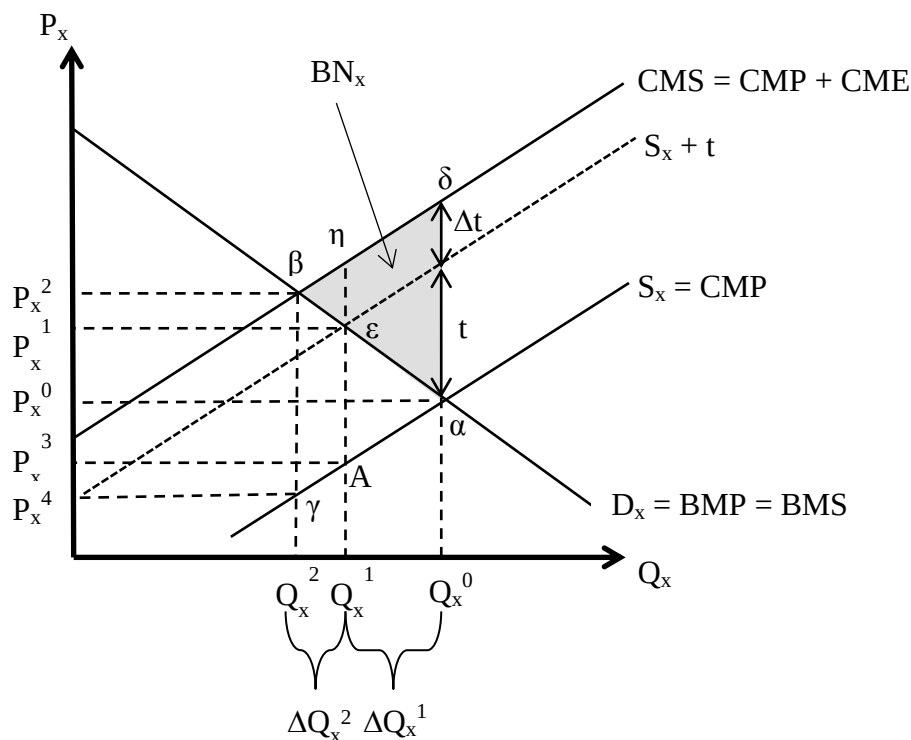


Figure 2 : Secteur générateur d'une externalité négative

Ainsi, le bénéfice net de la taxe pigouvienne correspond à la surface grisée BN_x (triangle $\alpha\beta\delta$). La composante $\alpha\epsilon\eta\delta$ de BN_x constituait déjà un bénéfice social avant la mise en place de la taxe carbone, alors que la surface rectangulaire $P_x^1\epsilon AP_x^3$ correspondait aux recettes que retirait l'État de la taxe fiscale t (i.e. transfert d'une partie des surplus des consommateurs et des producteurs à l'État, sous forme de taxation) et la surface triangulaire $\alpha A\epsilon$ correspond à une diminution du bénéfice marginal compensée par le gain obtenu grâce à la diminution de l'externalité négative (transfert d'une partie des surplus des consommateurs et des producteurs au surplus de la société). Une fois la taxe pigouvienne $(t + \Delta t)$ mise en place, le montant total des recettes de la taxe correspond alors au rectangle $P_x^2\beta\gamma P_x^4$ et le triangle $\alpha\beta\gamma$ correspond à la

diminution du bénéfice marginal compensée par le gain obtenu grâce à la diminution de l'externalité négative. On cherche donc à évaluer la valeur de la surface grisée, afin de déterminer les bénéfices de la taxe pigouvienne appliquée, sachant que cette dernière correspond à la somme de la taxe fiscale t et de la taxe carbone Δt .

Enfin, soulignons que nous faisons ici deux hypothèses. Premièrement, nous supposons que les coûts marginaux sociaux sont constants, donc que la droite CMS est parallèle à la droite CMP et que la valeur des dégâts environnementaux produits par un litre d'essence lorsque Q_x^0 litres d'essence sont consommés est identique à la valeur des dégâts produits par un litre d'essence lorsque Q_x^2 litres d'essence sont consommés. Une telle hypothèse est impossible à confirmer ou à infirmer. Néanmoins, la faible amplitude de $(\Delta Q_x^1 + \Delta Q_x^2)$ fait en sorte que, si cette hypothèse était fausse, la différence des coûts marginaux sociaux entre Q_x^1 et Q_x^2 serait également de faible amplitude.

Deuxièmement, nous supposons que l'estimation par le gouvernement de la valeur des dégâts produits est exacte et que la valeur de la taxe pigouvienne $(t + \Delta t)$ a été fixée de façon à être équivalente à ceux-ci. La figure 3 représente cette situation, où la somme de la taxe t^* et des coûts marginaux privés est exactement égale aux coûts marginaux sociaux. Dans ce cas-ci, les bénéfices nets dans le secteur de l'essence générés par la taxe sont représentés par les surfaces lignée et grisée et ils sont maximisés. Cependant si, parce que l'information sur la valeur des externalités négatives est inexacte ou pour des raisons politiques, par exemple, la taxe est mal calibrée, les bénéfices nets qui en sont issus ne seront pas optimaux. Si la taxe n'est pas assez élevée, comme avec la taxe t^- , les bénéfices représentés par la surface grisée ne seront pas réalisés ; des gains supplémentaires pourraient être obtenus en augmentant sa valeur. Au contraire, si sa valeur est trop élevée, comme avec la taxe t^+ , il existera une perte sèche, représentée par la surface pointillée, parce que la

production aura diminué de façon trop importante. Éventuellement, si la taxe est trop élevée et que la surface pointillée est plus grande que les surfaces lignée et grisée, elle engendrera alors une perte nette globale dans le secteur de l'essence, et non plus un bénéfice net global ; des gains supplémentaires pourraient être obtenus en abaissant la taxe.

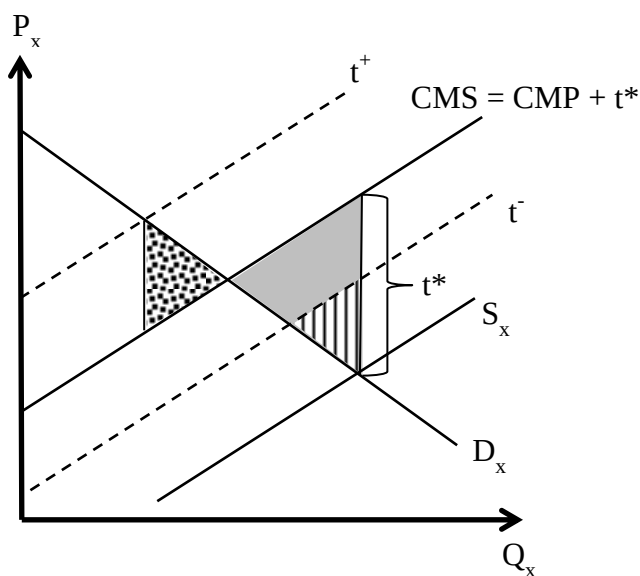


Figure 3 : Situation où une taxe est incorrectement calibrée

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons plutôt supposé qu'il n'était pas possible d'obtenir des bénéfices supplémentaires en modifiant la valeur de la taxe carbone britanno-colombienne. C'est pourquoi nous ferons une analyse de sensibilité en utilisant différentes alternatives de la valeur des dommages causés par les émissions de CO_2 , comme celles présentées dans la section 2.2.

3.3 Le secteur en amont

À présent, supposons que la production du bien X requière, parmi ses intrants, un bien Y, le pétrole, produit en amont du bien X. Y est donc un complément de X et nous faisons l'hypothèse qu'il n'existe pas de substitut au bien Y – ou,

du moins, qu'aucun substitut économiquement efficace ne soit disponible lors de la mise en place de la taxe pigouvienne. Le bien Y n'est pas l'objet d'une taxe pigouvienne, puisqu'il ne génère pas une externalité négative du même type que celle associée au bien X lors de sa consommation ou parce que l'externalité est prise en compte dans la taxe pigouvienne imposée en aval. La diminution de la quantité de bien X produite, causée par la mise en place de la composante Δt de la taxe pigouvienne, a un impact sur la demande du bien Y, qui diminue, relativement à la situation initiale où seule la composante t de la taxe pigouvienne, destinée à des fins fiscales, était présente, comme exposée à la figure 4.

La diminution de la demande pour le bien Y, de D_y à D_y' , fait diminuer la quantité produite de Q_y^1 à Q_y^2 unités ; le prix de ce bien passant conséquemment de P_y^1 à P_y^2 . Cette diminution de la demande entraîne une perte nette PN_y , correspondant à la surface triangulaire grisée **abc** sur la figure 4 (alors que la section trapézoïdale $P_y^1cbP_y^2$ correspond à un transfert du surplus du producteur vers le surplus du consommateur) ; on cherche donc à estimer la valeur de PN_y .

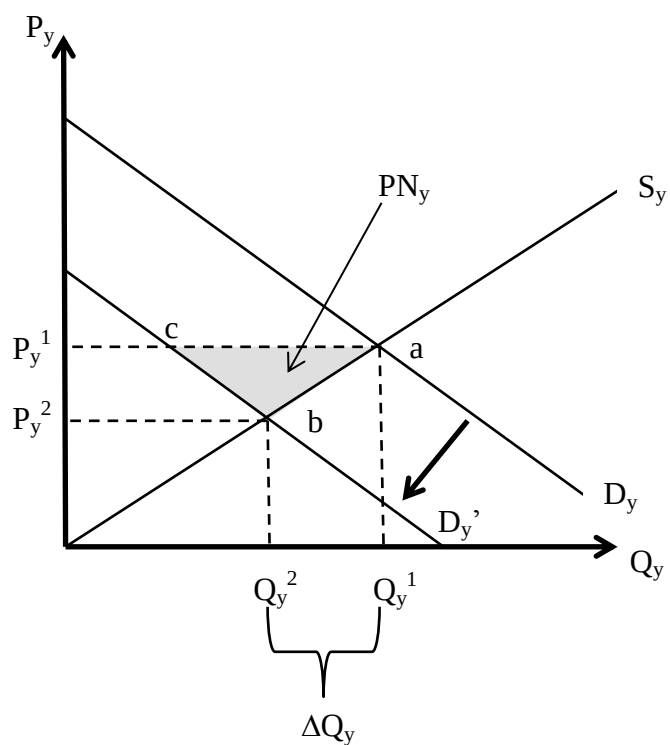


Figure 4 : Secteur en amont

3.4 Synthèse

Dans le but d'évaluer l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence et sur le secteur pétrolier, donc l'impact d'une taxe corrective sur les secteurs d'activité qui n'y sont pas sujets et sur le surplus économique total de la société, nous devons soustraire l'aire de la surface PN_y de la figure 4 de l'aire de la surface BN_x de la figure 2. Pour y parvenir, nous calculerons donc l'aire de ces deux surfaces grisées, telles que montrées à la figure 5.

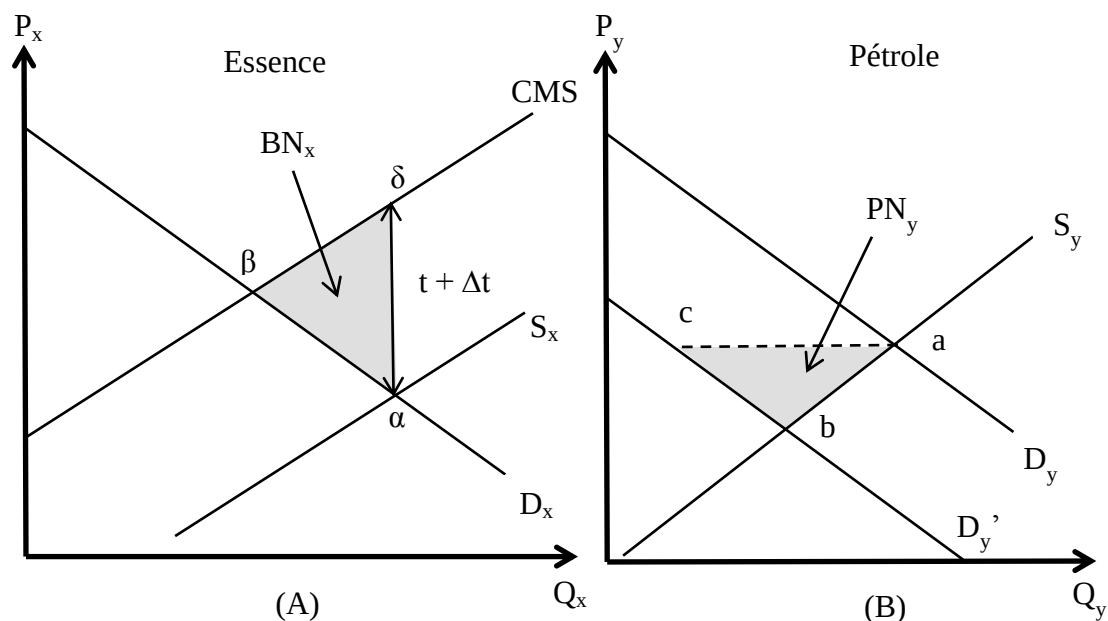


Figure 5 : Points dont les coordonnées seront estimées

Afin de calculer l'aire BN_x , nous estimerons d'abord la demande de long terme d'essence en Colombie-Britannique, c'est-à-dire la courbe D_x , puisque les consommateurs font face aux prix incluant les taxes²⁹ et que nous nous intéressons aux effets à long terme, donc qui requièrent une présence prolongée de la taxe carbone. C'est également pour cette raison que nous utiliserons une estimation de l'offre de long terme d'essence, c'est-à-dire la courbe S_x . Connaissant les estimations de ces deux courbes, les coordonnées du point β , qui correspond à l'état actuel de la consommation³⁰, et la valeur de la taxe carbone, donc de $(t + \Delta t)$, nous extrapolerons les coordonnées des points α et δ . En effet, par exemple, en effectuant une translation vers le haut de la courbe S_x , de façon à ce que celle-ci coupe la courbe D_x au point β , nous obtenons la courbe CMS. Puis, en trouvant l'emplacement unique, à droite du point β , où la

²⁹Nous estimerons donc la courbe D_x à l'aide des prix auxquels les consommateurs ont fait face dans le passé et, ce, peu importe la valeur de la taxe contenue dans ces prix.

³⁰Notons qu'il s'agit du seul point réellement identifiable le long de D_x , les points ϵ (apparaissant sur la figure 2) et α étant des constructions théoriques ; les états actuels précédents, correspondant aux points β passés, permettant d'estimer la courbe D_x .

distance entre les courbes D_x et CMS est de $(t + \Delta t)$, nous obtiendrons les coordonnées des points α et δ . En connaissant les coordonnées de ses trois sommets, identifiés dans la partie (A) de la figure 5, nous pourrions estimer l'aire du triangle $\alpha\beta\delta$.

Pour calculer l'aire de PN_y , similairement nous estimerons la demande de pétrole de long terme D_y' et nous aurons recours à une estimation de l'offre de pétrole de long terme S_y ³¹. Connaissant la valeur $(\Delta Q_x^1 + \Delta Q_x^2)$ grâce à la procédure décrite plus tôt, nous connaissons la quantité de X qui n'est pas produite en raison de la présence de la taxe. Grâce au gain de traitement en raffinerie, que nous aborderons davantage dans la section suivante et qui indique quelle quantité de Y est requise pour produire une certaine quantité de X, nous pouvons déterminer la valeur de ΔQ_y . À partir des coordonnées du point **b**, que nous connaissons et qui correspondent à l'état actuel de la consommation, et sachant que le point **a** doit être situé à la fois à ΔQ_y unités à droite du point **b** et sur la droite S_y , nous obtiendrons l'emplacement de l'intersection entre les courbes D_y et S_y , qui correspond également à l'emplacement du point **a** – la courbe D_y correspondant à la translation vers le haut de la droite D_y' jusqu'à ce qu'elle intercepte la courbe S_y au point **a**. L'utilisation du prix correspondant au point **a** sur la courbe D_y' permettra de déterminer les coordonnées du point **c**. Sachant les coordonnées de ses trois sommets, identifiés dans la partie (B) de la figure 5, nous pourrions estimer l'aire du triangle **abc**.

La section suivante contiendra davantage d'informations sur la façon dont nous estimerons les courbes d'offre et demande des biens X et Y et sur la correspondance existant entre les quantités de ces deux biens.

³¹En présence de la taxe, le point que nous observons est le point **b**, la courbe D_y étant une construction théorique. Comme dans le cas précédent, les points **b** passés permettront d'estimer la courbe D_y' .

4. Méthodologie

Cette section traitera de la méthodologie à laquelle nous avons recours afin d'évaluer les courbes de demande des secteurs de l'essence et pétrolier, ainsi que pour l'établissement du lien entre ces deux secteurs. Nous y aborderons également la question des courbes d'offre des deux secteurs concernés.

4.1 La demande d'essence

Conformément à la pratique courante selon la littérature, tel qu'expliqué à la section 2.4.1, nous aurons recours à la forme logarithmique afin d'estimer la demande marshallienne d'essence en Colombie-Britannique et, ce, à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaire (MCO), qui est fréquemment utilisée pour y parvenir, comme nous l'avons exposé précédemment. Ainsi, en utilisant le modèle simple (représenté par l'équation 1 de la section 2.4.1) sous cette forme, la fonction de demande à estimer est :

$$\ln G = \alpha + \beta_P \ln P + \beta_Y \ln Y + \mu \quad (7)$$

où β_P et β_Y sont les coefficients associés aux différentes variables explicatives, α est une constante à estimer et μ est un terme d'erreur. En raison de l'utilisation de la forme log-log, ces coefficients peuvent être interprétés comme l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu de la demande, respectivement, et c'est pour cette raison que nous privilégions cette forme fonctionnelle. Les moyennes de 10 estimations de l'élasticité-prix de la demande à long terme, effectuées entre 1991 et 2009 par différents auteurs et avec différents modèles, y compris Dahl et Sterner, et Espey, varient entre -0,86 et -0,58, pour un intervalle compris entre -22,0 et 0,85 (Cynthia Lin et Prince, 2013)³². Ainsi, la demande d'essence est relativement inélastique, tout en étant davantage élastique à long terme qu'à

³²Les valeurs à court terme étant plutôt comprises entre -0.28 et -0.25, pour un intervalle compris entre -2.13 et 0.59.

court terme. À des fins illustratives, en retenant une valeur de -0,86, par exemple, cette élasticité à long terme signifie qu'une augmentation du prix de l'essence de 1% induira une diminution de la quantité d'essence demandée de 0,86%, *ceteris paribus*.

Finalement, il appert important de souligner qu'il n'existe pas de consensus parmi les auteurs à propos de la différenciation entre les effets à court et à long terme. Cependant, il existe un consensus concernant le fait que les données annuelles ont davantage tendance à fournir des effets à long terme que celles utilisant des intervalles de temps plus réduits. De plus, la plupart des auteurs estiment que les modèles incluant un retard, une mesure du stock d'automobiles ou des données sur les caractéristiques des véhicules tendent également à produire ce type d'effets, puisqu'ils visent à prendre en compte l'inertie dans les changements de comportements économiques³³. Enfin, Espey (1998) souligne que, pour que le modèle statique offre des résultats concernant le long terme, celui-ci doit reposer sur des données couvrant plusieurs années, puisque les changements relatifs aux variations de prix et de revenu peuvent prendre plus d'une décennie à se matérialiser et, ce, en raison de la durée de vie des véhicules automobiles. Ainsi, lorsque le modèle d'ajustement partiel n'est pas utilisé, les auteurs tentent de déterminer le type d'élasticité à laquelle ils font face en fonction de la spécification du modèle, du nombre d'années couvertes par les données et de l'intervalle de temps entre chaque prise de données.

Ainsi, puisque notre étude se concentre uniquement sur la Colombie-Britannique, afin d'obtenir suffisamment d'observations, nous devons procéder à un arbitrage : nous utiliserons des données mensuelles et, ce, malgré le fait que nous recherchions des effets à long terme, alors que ces données sont

³³Plus exactement, dans le cas du modèle d'ajustement partiel (équation 2 de la section 2.4.1) sous sa forme logarithmique, soit $\ln G = \alpha + \beta \ln P + \gamma \ln Y + \delta G_{t-1} + \mu$, les deux élasticités sont déterminées simultanément, c'est-à-dire que β correspond à l'élasticité-prix de la demande à court terme, alors que $\beta \div (1 - \delta)$ correspond à l'élasticité-prix de la demande de long terme.

davantage propices aux effets à court terme. Néanmoins, nous croyons que cela sera contrebalancé par le fait que nous utiliserons des données s'étendant sur plusieurs décennies. De plus, nous évaluerons les différents modèles pour lesquels nous possédons les données mensuelles requises, afin d'utiliser le modèle ayant le plus grand pouvoir explicatif et l'élasticité-prix de la demande la plus près des estimations de l'élasticité-prix de la demande à long terme énoncées plus haut.

4.2 La demande de pétrole

Comme l'ont fait les auteurs présentés à la section 2.4.2, nous utiliserons la forme log-log afin d'évaluer la demande marshallienne britanno-colombienne de pétrole. Puisque l'utilisation des MCO est une technique employée usuellement pour estimer cette demande, tel que montré plus tôt, nous aurons recours à celle-ci pour y arriver. Ainsi, sous cette forme, la fonction de demande du modèle statique (équation 6 de la section 2.4.2) à estimer est :

$$\ln q = \alpha + \beta_p \ln p + \beta_y \ln y + \mu \quad (8)$$

où β_p et β_y sont les coefficients associés aux diverses variables explicatives, α est une constante à estimer et μ est un terme d'erreur. Puisque la forme logarithmique est utilisée, ces coefficients peuvent être interprétés comme l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu de la demande, respectivement. Hamilton (2008) cite des valeurs de l'élasticité-prix de la demande de -0,30 à long terme et de -0,07 à court terme, alors que Cooper (2003) a estimé que ces valeurs étaient de -0,352 à long terme et de -0,041 à court terme pour le Canada. Également, Krichene (2002) estime que, pour les pays membres du G7, l'élasticité de long terme est -0,13 et celle de court terme est de -0,07. Donc, la demande de pétrole est relativement inélastique, tout en étant davantage élastique à long terme qu'à court terme. En retenant une valeur de -0,30, par exemple et à des fins illustratives, cette élasticité signifie qu'une augmentation

du prix du pétrole de 1% induira une diminution de la quantité de pétrole demandée de 0,30% à long terme, toutes choses étant égales par ailleurs.

Enfin, contrairement à la situation existant dans le cas de l'estimation de la demande d'essence, outre l'utilisation d'un modèle à ajustement partiel, la littérature fournit peu de justification permettant d'affirmer qu'une élasticité de la demande de pétrole est de court ou de moyen terme. Cependant, vu les similarités existant entre les méthodes d'évaluation des deux demandes, nous supposons que les commentaires que nous avons émis plus haut relativement à l'élasticité de la demande d'essence s'appliquent également au pétrole, y compris le fait que les deux élasticités peuvent être déterminées simultanément lorsqu'un modèle comportant un retard est utilisé.

4.3 Le gain de traitement en raffinerie et le rendement en produits dans les raffineries

Afin de lier les secteurs de l'essence et pétrolier et de nous assurer que les variations de quantité que nous modélisons dans le secteur pétrolier correspondent aux variations de quantité dans le secteur de l'essence, ces dernières étant induites par la variation de prix causée par la taxation, nous aurons recours à la notion de gain de traitement en raffinerie (aussi appelé gain de raffinage ou *refinery processing gain*, en anglais). Ce gain est défini comme étant « la quantité volumétrique par laquelle la quantité de produits raffinés finis est plus grande que la quantité d'hydrocarbures bruts utilisés comme matière première. Cette différence est due à la transformation du pétrole brut en produits raffinés qui ont, au total, une densité plus faible que celle du pétrole brut » (Agence internationale de l'énergie, [s. d.], traduction libre). À des fins illustratives, par exemple, si le gain de traitement dans une raffinerie est de 10%, cela signifie qu'un baril de pétrole brut permettra de produire 1,1 baril de

produits raffinés, dans cette raffinerie (rappelons qu'un baril équivaut approximativement à 159 litres).

Il apparaît également important de mentionner l'existence du concept de rendement en produits dans les raffineries (*refinery yield* ou *refining yield*, en anglais). Ce rendement est défini comme représentant « le pourcentage de produit fini produit à l'aide des intrants que sont le pétrole brut et d'autres hydrocarbures, raffinés ou non. Il est calculé en divisant la production totale de produit fini par la somme des quantités de pétrole brut et d'autres hydrocarbures utilisés » pendant le processus de raffinage (*Ibid.*, [s. d.], traduction libre). Toujours à des fins illustratives, par exemple, si le rendement en produits dans une raffinerie est de 50% pour l'essence, cela signifie que deux barils de pétrole brut permettront de produire un baril d'essence, dans cette raffinerie (New York Mercantile Exchange, 2000).

Dans le cadre de ce mémoire, nous aurons recours à la notion de gain de raffinage, car il serait inapproprié d'utiliser le rendement en produits dans les raffineries. En effet, par exemple et encore à titre illustratif, si le rendement en produits dans les raffineries pour l'essence est de 50% en Colombie-Britannique et que la quantité d'essence consommée diminue de 1000 barils, nous ne pouvons pas supposer que la quantité de pétrole demandée en Colombie-Britannique diminuera de 2000 barils puisque, si on appliquait ce raisonnement à tous les produits raffinés, il y aurait une démultiplication des impacts sur le marché du pétrole causée par un comptage multiple. Effectivement, si on assistait également à une diminution de la consommation de diesel de 100 barils, alors que le rendement en produits dans les raffineries pour le diesel est de 10%, toujours selon cette logique, il faudrait considérer une réduction additionnelle de 1000 barils de la demande de pétrole. Or, en réalité, puisque le pétrole sert à fabriquer de nombreux produits raffinés, la diminution de la consommation de ces deux produits raffinés (1000 barils d'essence et 100

barils de diesel) devrait correspondre à une unique diminution de 2000 barils de la demande de pétrole, et non pas à la somme de deux diminutions totalisant 2100 barils. Au contraire, en utilisant plutôt le gain de traitement en raffinerie et en ayant recours à l'essence comme proxy pour l'ensemble des produits raffinés (comme nous l'illustrerons plus loin), si le gain de raffinage est de 10% et que la diminution de la quantité d'essence consommée est de 1000 barils, nous estimerons que la quantité de pétrole demandée dans la province diminuera de 909,1 barils, ce qui est davantage fidèle à la réalité.

4.4 L'offre d'essence et de pétrole

En raison du peu de travaux existant sur l'estimation de l'offre des deux secteurs nous concernant ici, nous utiliserons les valeurs existantes, présentées dans la section 2.5.3, nous paraissant les plus pertinentes à une utilisation dans le cas britanno-colombien, c'est-à-dire celui d'un État industrialisé nord-américain. Conséquemment, nous retiendrons une valeur de 2 pour l'élasticité-prix de l'offre de l'essence de long terme, puisque cette valeur correspond à celle semblant prévaloir aux États-Unis. De plus, nous aurons recours à une valeur de 0,25 pour l'élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme, puisque celle-ci semble correspondre à ce qu'on retrouve au sein du G7. Plus exactement, cela signifie qu'une hausse de 1% du prix de l'essence induirait une hausse de 2% de la quantité d'essence offerte à long terme, alors qu'une hausse de 1% du prix du pétrole créerait une hausse de 0,25% de la quantité de pétrole offerte à long terme, toutes choses étant égales par ailleurs. Nous faisons donc l'hypothèse que l'offre d'essence est élastique à long terme, alors que l'offre de pétrole est relativement inélastique à long terme. Par ailleurs, nous effectuerons une analyse de sensibilité avec les autres valeurs présentées dans la section 2.5.3, afin de pallier quelque peu les incertitudes.

Les données que nous utiliserons afin d'estimer les courbes de demande d'essence et de pétrole, de même que celles concernant le gain de traitement en raffinerie, seront exposées plus en détail dans la section suivante.

5. Données

Nous exposerons, dans la présente section, les données que nous utiliserons afin d'estimer les courbes de demande d'essence et de pétrole, ainsi que les données relatives au gain de traitement en raffinerie. Puis, avant de traiter de l'évolution des données dans le temps, nous aborderons la question de la valeur de la taxe carbone.

5.1 Les données relatives à la demande d'essence

Afin d'évaluer la quantité d'essence demandée en Colombie-Britannique, nous aurons recours au tableau 134-0004 de Statistique Canada, qui fournit la quantité d'essence régulière sans-plomb vendue mensuellement dans la province, en mètres cubes (rappelons que $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litres}$), que celle-ci soit raffinée dans la province ou importée. Pour ce qui est de l'évaluation du prix de cette essence, le sondage hebdomadaire des prix à la pompe, mené pour le compte de Ressources naturelles Canada par Kent Marketing Services Limited, nous permettra d'obtenir le prix mensuel moyen d'un litre d'essence régulière sans-plomb vendu dans la ville de Vancouver, toutes taxes incluses, en dollars nominaux canadiens. Cette moyenne mensuelle est obtenue en faisant la moyenne des quatre ou cinq prix hebdomadaires moyens du mois ; ces prix hebdomadaires moyens sont obtenus en faisant la moyenne des prix, obtenus par téléphone auprès de stations-services indépendantes ou appartenant à des chaînes, de plusieurs stations-services de la ville à 10h00 le mardi matin. Par ailleurs, nous obtiendrons une estimation du revenu à l'aide de la série RQTOB du Conference Board du Canada, qui fournit le PIB trimestriel réel de la province, en dollars canadiens enchaînés de 2007. Le tableau 282-0087 de Statistique Canada, qui contient les données relatives à la population mensuelle âgée de 15 ans et plus habitant la province, permettra de calculer les données par capita, en divisant les données agrégées par la taille de la population active.

D'autre part, il sera possible de normaliser le prix de l'essence en utilisant le tableau 326-0020 de Statistique Canada, qui fournit l'indice des prix à la consommation mensuel de la province, toutes industries confondues, en utilisant l'année 2000 comme année de référence. Enfin, nous estimerons le stock de véhicules dans la province en utilisant comme proxy le nombre de véhicules (automobiles et camions) vendus mensuellement dans la province, à l'aide du tableau 079-0003 de Statistique Canada. Finalement, notons que toutes ces séries nous fourniront des données s'étendant de janvier 1987 à janvier 2013, soit une période de 26 ans, et que le tableau 1 présente des statistiques descriptives associées à ces données.

En ce qui concerne les données que nous utiliserons, idéalement nous aurions souhaité avoir l'opportunité d'utiliser des informations concernant les quantités et les prix de plusieurs types d'essence, ainsi que les données relatives aux prix et aux quantités pour toutes les régions de la Colombie-Britannique. Cependant, cela n'était pas possible, vu l'indisponibilité de plusieurs données et, surtout, la courte plage de celles-ci lorsqu'elles sont disponibles. Néanmoins, le fait que l'essence régulière sans-plomb soit la plus couramment utilisée, que Vancouver soit la ville la plus peuplée de Colombie-Britannique et que les autres villes de la province soient situées dans un milieu relativement semblable à celui de la métropole de la province, le problème s'en trouve quelque peu atténué. Par ailleurs, une revue de différentes publications permet de constater que le prix de l'essence régulière sans-plomb constitue l'étalon de référence lorsque vient le temps de comparer les prix de l'essence en général et, ce, que ce soit dans le temps ou entre différents lieux. De même, l'impossibilité d'obtenir des données provinciales mensuelles nous a forcé à utiliser le PIB trimestriel³⁴ et l'absence de données mensuelles concernant la population et le stock de véhicules nous a incités à nous rabattre sur les données mensuelles associées à la population en

³⁴Nous diviserons chaque observation par trois et utiliserons le résultat trois fois, donc une fois dans chaque mois du trimestre.

âge de travailler et au nombre de véhicules vendus, respectivement, ce qui nous apparaît être un compromis intéressant, vu les corrélations existant entre population et population en âge de travailler, et stock de véhicules et ventes de véhicules.

	Observations	Moyenne	Écart-type
Essence consommée mensuellement (m ³)	313	252 993	102 672
Prix mensuel moyen de l'essence (¢/L) ^a	313	78,69	29,92
Prix mensuel moyen de l'essence (¢/L) ^b	313	86,10	20,39
PIB trimestriel réel (millions de \$ de 2007)	105	146 550	30 843
Véhicules vendus mensuellement	313	12 558	4692
a : dollars nominaux ; b : dollars de 2007 (calculs de l'auteur)			

Tableau 1 : Statistiques descriptives relatives à la demande d'essence régulière sans-plomb en Colombie-Britannique (1987-2013)

5.2 Les données relatives à la demande de pétrole

En ce qui a trait au revenu, à la population et à la normalisation des prix, les données décrites précédemment seront celles que nous utiliserons également dans le secteur pétrolier, c'est-à-dire le PIB trimestriel réel de la province, en dollars canadiens enchaînés de 2007, la population mensuelle âgé de 15 ans et plus habitant la province et l'IPC mensuel de la province, toutes industries confondues, en utilisant l'année 2000 comme année de référence.

Quant à la quantité de pétrole brut demandée, le tableau 126-0001 de Statistique Canada nous fournira la quantité nette de pétrole brut, en mètres cubes, qui est fournie mensuellement à la province et, ce, que ce soit par sa propre production ou par l'importation. Pour ce qui est du prix de ce pétrole brut, Ressources naturelles Canada fournit le prix mensuel moyen du mètre cube de pétrole brut de type Edmonton Par, qui est le court du pétrole utilisé comme référence dans l'Ouest du Canada dans les transactions impliquant du pétrole brut. Soulignons que, comme c'est le cas des données relatives au prix de l'essence, ces valeurs sont en dollars nominaux canadiens. De plus, elles couvrent une plage s'étendant de janvier 1987 à janvier 2013, soit 26 ans et les statistiques descriptives à leur sujet sont exposées dans le tableau 2.

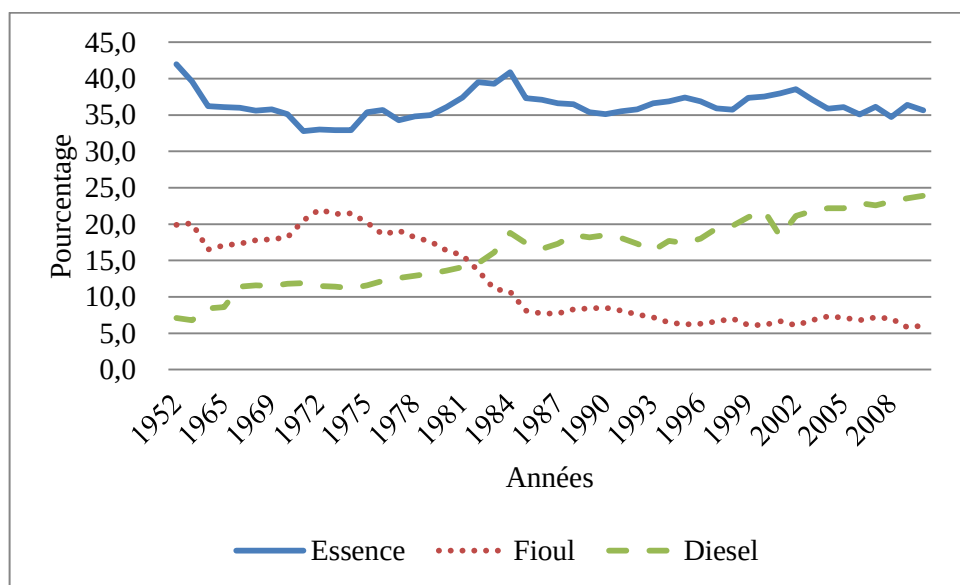
	Observations	Moyenne	Écart-type
Pétrole brut fourni mensuellement (m ³)	313	207 635	36 000
Prix mensuel moyen du pétrole brut (\$/m ³)	313	299,95	174,91

Tableau 2 : Statistiques descriptives relatives à la demande de pétrole brut en Colombie-Britannique (1987-2013)

5.3 Les valeurs du rendement en produits dans les raffineries et du gain de traitement en raffinerie

L'Association canadienne des producteurs de pétrole offre des données relatives au rendement en produits dans les raffineries canadiennes. Le tableau 07-07A fournit les rendements annuels moyens de toutes les raffineries canadiennes pour différents types de produits raffinés. L'évolution du rendements au cours des années de trois des principaux produits raffinés est présentée au graphique 1.

On constate que l'essence, depuis 1952, est le principal produit raffiné au Canada, ayant en moyenne un rendement de 36,3% sur la période 1952-2010 et de 36,4% depuis 1987. Le fioul lourd est passé du second au quatrième rang sur la période, avec un rendement passant de 19,9% à 6,0%, alors que le diesel est passé du quatrième au second rang, avec un rendement passant de 7,1 à 23,9%. Quant au fioul léger (non montré sur le graphique), celui-ci a conservé son troisième rang sur toute la période, son rendement passant de 11,1% à 6,1% lors de celle-ci. Ces données permettent de constater que l'essence est, de beaucoup, le principal produit raffiné au Canada et que sa consommation constitue donc un bon proxy pour la consommation de l'ensemble des produits raffinés au pays. Par ailleurs, la part de l'essence parmi les produits raffinés s'étant maintenue pendant de nombreuses décennies, il appert que l'utilisation de ce proxy est pertinente pour les considérations à long terme qui nous préoccupent dans le cadre de ce mémoire.



Graphique 1 : Rendement en produits dans les raffineries canadiennes (1952-2010)

Quant au gain de traitement en raffinerie, il est en moyenne de 15,3% dans les raffineries californiennes (*California Energy Commission*, 2004) et, plus

généralement, de 12% aux États-Unis et de 2% dans le reste du Monde, les gains américains étant considérés comme particulièrement importants (Laherrère, 2000). Au Canada, les estimations disponibles relativement au gain de raffinage sont très imprécises. Néanmoins, Ressources naturelles Canada (2013) situe celui-ci à approximativement 10% et c'est cette valeur que nous retiendrons ici, d'autant plus qu'elle est à mi-chemin entre les valeurs des États-Unis et du reste du Monde.

5.4 La valeur de la taxe carbone

La valeur de la taxe carbone imposée par la Colombie-Britannique sur les émissions de gaz à effet de serre est actuellement de 30\$ par tonne de CO₂ émis. Dans le cas de l'essence, cela se traduit par un taux de 6,67 ¢/L d'essence, en tous lieux et toutes catégories d'essence confondues (Ministry Of Finance, [s.d.]), et il s'agit de la valeur Δt à laquelle nous faisons référence dans la section 3. Administrativement parlant, cette taxe est appliquée et administrée de la même façon que les autres taxes sur l'essence, (*Ibid.*), c'est-à-dire que la première compagnie qui vend de l'essence qu'elle a manufacturée ou importée dans la province est celle qui doit verser les taxes au gouvernement. Cette compagnie est ensuite tenue de collecter la valeur de ces taxes auprès de l'agent à qui elle a vendu l'essence, ce dernier agent se remboursant en collectant à son tour l'agent suivant, et ainsi de suite, jusqu'au consommateur final. (B.C. Home, [s.d.])

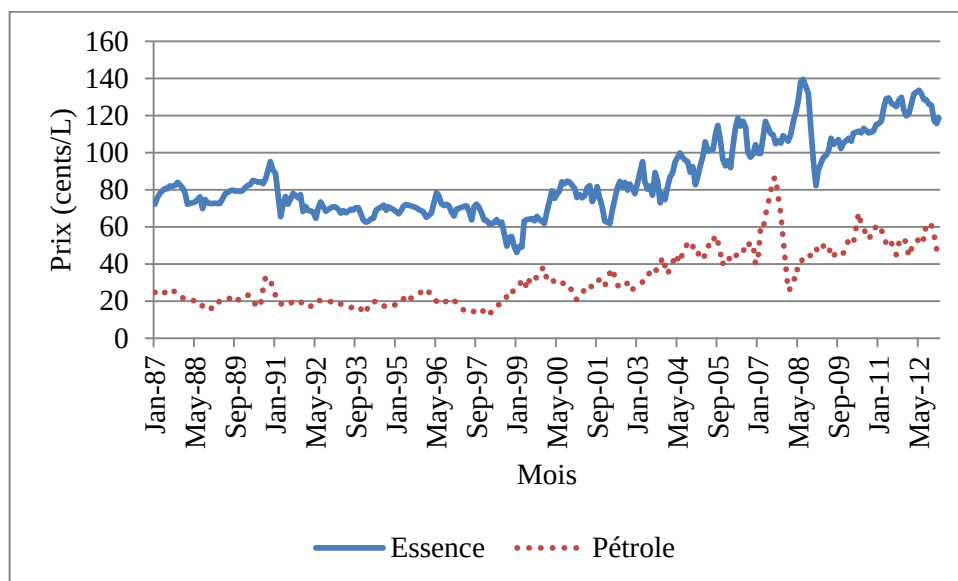
À cette taxe carbone s'ajoutent différentes taxes d'accises provinciales – mais pas la taxe de vente provinciale *ad valorem* –, variant en fonction de la région, ainsi que des taxes d'accises municipales, dans les régions de Vancouver et de Victoria, et la taxe d'accise fédérale sur l'essence. La somme de ces diverses taxes d'accises est donc de 35,5 ¢/L à Vancouver, de 28 ¢/L à Victoria et de 24,5 ¢/L ailleurs dans la province. Enfin, la valeur de la taxe de vente fédérale

sur les produits et services (TPS), soit 5% du prix de l'essence, toutes autres taxes comprises, doit également être ajoutée. (Ministry Of Finance, 2013) (Ressources naturelles Canada, 2013) Ainsi, la somme des taxes d'accises et de la TPS correspond à la valeur t à laquelle nous faisons référence dans la section 3.

Donc, par exemple et à titre illustratif, supposons que le prix de l'essence à Vancouver est de 100 ¢/L avant la TPS et que, conséquemment, la TPS vaut 5 ¢/L. Dans cette situation, la valeur de Δt est de 6,67 ¢/L, alors que la valeur de t est de 40,5 ¢/L (*i.e.* 35,5 ¢/L + 5 ¢/L), la valeur de $(t + \Delta t)$ correspond à 47,17 ¢/L et celle de l'essence sans les diverses taxes est de 57,83 ¢/L (*i.e.* 105 ¢/L – 47,17 ¢/L). Puisqu'il existe trois valeurs à $(t + \Delta t)$ dans la province, en supposant que les prix y sont uniformes, nous effectuerons une analyse de sensibilité à l'aide de celles-ci.

5.5 Évolutions temporelles des données

Le graphique 2 montre l'évolution des prix mensuels moyens de l'essence régulière sans-plomb dans la ville de Vancouver et du pétrole brut de type Edmonton Par, ajustés afin d'être en dollars canadiens de 2007. On observe que, tel qu'anticipé, le prix de l'essence est toujours supérieur à celui du pétrole et que tous deux suivent généralement les mêmes tendances, l'essence connaissant cependant un retard relativement au pétrole. Tous deux connaissaient des prix relativement bas et constants en début de période, avant de subir une tendance à la hausse depuis le début du millénaire. En dehors d'une interruption lors de la crise économique de 2008, on constate que cette tendance haussière se poursuit depuis.

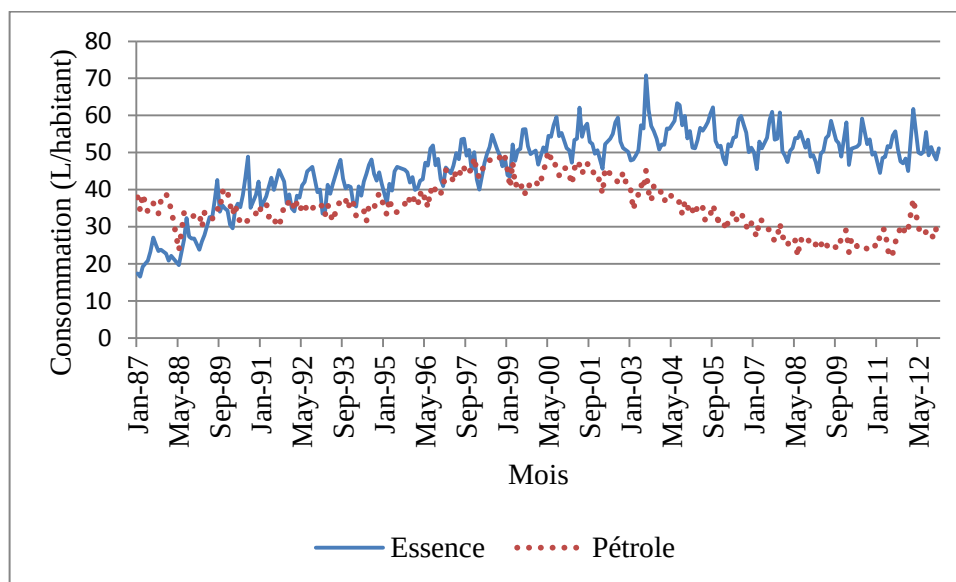


Graphique 2 : Évolution des prix de l'essence et du pétrole en Colombie-Britannique, en dollars canadiens de 2007 (1987-2013)

Le graphique 3 expose l'évolution de la consommation par capita d'essence régulière sans-plomb et de pétrole brut en Colombie-Britannique. On constate que la consommation d'essence connaît une composante saisonnière, avec une consommation accrue en été et une consommation plus faible en hiver. De plus, il appert que la consommation d'essence connaissait une tendance à la hausse jusqu'au début des années 2000, avant de se stabiliser par la suite. Quant au pétrole, on constate qu'une légère tendance à la hausse de sa consommation, jusqu'au début des années 2000, a depuis cédé la place à une tendance nettement à la baisse, qui semble cependant commencer à se stabiliser.

Par ailleurs, les consommations agrégées d'essence et de pétrole dans la province, non-montrées sur le graphique, connaissent des comportements similaires à ceux de leurs homologues par habitant. Soulignons que les données relatives à 34 mois ont été omises de ce graphique, car les chiffres fournis par Statistique Canada dans son tableau 134-0004 étaient aberrants, la consommation agrégée d'essence régulière sans-plomb y étant inscrite tombant sous la barre des 40 000 m³ et, ce, sans que nous ayons réussi à trouver une

explication à ce propos. Ainsi, nous n'utiliserons pas les observations correspondant à ces données aberrantes lorsque nous effectuerons nos régressions et nous aurons donc recours à 279 observations par variables.



Graphique 3 : Évolution des quantités d'essence et de pétrole consommées par capita en Colombie-Britannique (1987-2013)

Finalement, soulignons que, tout au long de la période considérée, la Colombie-Britannique est une province importatrice d'essence. En effet, bien que la province produise et importe du pétrole brut, ses deux raffineries, qui produisent notamment de l'essence, ne peuvent pas répondre à la demande provinciale d'essence. En effet, comme le graphique 3 le montre, la province consomme un volume d'essence plus important que le volume de pétrole qu'elle consomme. Cela, ainsi que le rendement en produits dans les raffineries, indique que la province importe de l'essence. Cet état de fait explique également pourquoi la consommation de pétrole dans la province n'est pas soumise à des variations saisonnières. Cependant, puisque, comme nous l'avons expliqué dans le cadre théorique, c'est la demande du secteur pétrolier et non pas son offre qui est affectée par les variations de prix dans le secteur de l'essence, cela n'aura pas d'impact sur notre analyse.

6. Résultats

Cette section présentera les résultats des régressions permettant d'estimer les courbes de demandes d'essence et de pétrole, ainsi que ceux relatifs à l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence et sur le secteur pétrolier. Ensuite, une analyse de sensibilité précédera une discussion.

6.1 Résultats des estimations des courbes de demandes d'essence et de pétrole

Les tableaux qui suivent présentent les résultats des régressions permettant d'estimer les demandes d'essence et de pétrole et, ce, selon différents modèles. Dans tous les cas, 279 observations ont été utilisées afin d'obtenir ces résultats, robustes à l'hétéroscédasticité selon le test de White, à l'aide du logiciel de statistiques Stata. La significativité des coefficients estimés, possédant un intervalle de confiance à 95%, est indiquée à l'aide d'astérisques, leurs écarts-types sont entre parenthèses, l'élasticité-prix de long terme pour chaque modèle est inscrite à l'avant-dernière ligne de chaque tableau et les unités des données utilisées pour chaque variable sont écrites entre parenthèses dans la colonne de gauche. Rappelons que les coefficients nous intéressant ici sont ceux relatifs au prix et, le cas échéant, à la quantité consommée lors de la période précédente, car ils nous permettent de calculer l'élasticité-prix de long terme. Plus exactement, cette dernière correspond au coefficient du prix lorsqu'un modèle n'ayant pas recours à un retard dans la quantité consommée est utilisé, alors qu'elle concorde avec l'expression utilisée dans la note de bas de page numéro 33 lorsque nous adoptons un modèle d'ajustement partiel.

Les tableaux 3 et 4 exposent les coefficients des modèles expliquant la demande d'essence, le premier avec des données agrégées et le second avec des données par capita. Les régressions I et V correspondent au modèle statique simple (équation 1 de la section 2.4.1), les régressions II et VI au modèle

d'ajustement partiel (équation 2 de la section 2.4.1), les régressions III et VIII au modèle de véhicule simple (équation 3 de la section 2.4.1) et les régressions IV et VIII à la combinaison des deux modèles précédents.

ln G (L)	(I)	(II)	(III)	(IV)
ln P (¢/L)	-0,352*** (0,056)	-0,037 (0,038)	-0,403*** (0,058)	-0,084** (0,037)
ln Y (millions de \$)	1,700*** (0,121)	0,241** (0,106)	1,698*** (0,118)	0,284*** (0,099)
ln V (véhicules vendus)			0,029*** (0,047)	0,214*** (0,022)
ln G _{t-1} (L)		0,821*** (0,044)		0,797*** (0,039)
Constante	2,598 (1,089)	1,043** (0,490)	0,068 (1,252)	-0,786 (0,541)
R ²	0,7725	0,9325	0,8009	0,9486
Statistique F	264,29	954,12	205,99	982,36
Élasticité-prix de long terme	-0,35	-0,21	-0,40	-0,41
** : significatif à 5% ; *** : significatif à 1%				

Tableau 3 : Résultats des régressions des modèles estimant la demande d'essence régulière en Colombie-Britannique (données agrégées)

On constate que, parmi les coefficients possédant des valeurs significatives pour ln P et, le cas échéant, ln G_{t-1}, la régression offrant à la fois le pouvoir explicatif le plus élevé, avec un R² de 0,9486, et la plus grande significativité, avec une statistique F de 982,36, est la régression IV. Cela est probablement dû au fait qu'il s'agit de la régression du modèle utilisant le plus de variables explicatives pertinentes. Les régressions III, VI et VIII, ayant toutes trois des

valeurs significatives pour les coefficients nous intéressant, de forts pouvoirs explicatifs et une significativité élevée, fournissent aussi une élasticité-prix de long terme très près de celle obtenue à l'aide de la régression IV, c'est-à-dire - 0,41. Nous supposons donc que cette dernière valeur est l'élasticité-prix de la demande de long terme d'essence régulière sans-plomb en Colombie-Britannique. Ainsi, une augmentation de 1% du prix de l'essence fera diminuer de 0,41% la quantité d'essence consommée à long terme dans la province, toutes choses étant égales par ailleurs. Cette valeur est incluse dans l'intervalle des moyennes des élasticités-prix de la demande de long terme présenté à la section 4.1, tout en n'étant pas incluse dans les valeurs moyennes des élasticités de court terme. La demande d'essence en Colombie-Britannique serait donc, à long terme, plus inélastique que la moyenne.

ln G (L/habitant)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)
ln P (¢/L)	-0,289*** (0,042)	-0,103*** (0,032)	-0,296*** (0,043)	-0,112*** (0,028)
ln Y (\$/habitant)	1,834*** (0,137)	0,540*** (0,110)	1,840*** (0,128)	0,560*** (0,099)
ln V (véhicules vendus /1000 habitants)			0,243*** (0,043)	0,211*** (0,022)
ln G _{t-1} (L/habitant)		0,730*** (0,042)		0,723*** (0,039)
Constante	11,44 (1,084)	-3,374*** (0,756)	-11,67*** (1,096)	-3,675*** (0,682)
R ²	0,8634	0,8906	0,7127	0,9138
Statistique F	142,00	485,57	101,17	438,42
Élasticité-prix de long terme	-0,29	-0,38	-0,30	-0,40
*** : significatif à 1%				

Tableau 4 : Résultats des régressions des modèles estimant la demande d'essence régulière en Colombie-Britannique (données par capita)

Les tableaux 5 et 6 montrent les coefficients des modèles expliquant la demande de pétrole brut, le premier avec des données agrégées et le second avec des données par capita. Les régressions IX et XIII correspondent au modèle d'ajustement partiel (équation 4 de la section 2.4.2), les régressions X et XIV au modèle proposé par Hamilton (équation 5 de la section 2.4.2), les régressions XI et XV au modèle statique (équation 6 de la section 2.4.2) et les régressions XII et XVI à la combinaison des deux premiers modèles.

ln q (L)	(IX)	(X)	(XI)	(XII)
ln p (¢/L)	-0,037** (0,017)	-0,156 (0,104)	-0,284*** (0,033)	-0,083** (0,036)
ln y (millions de \$)	0,083* (0,049)	0,660*** (0,098)	0,624*** (0,096)	0,071 (0,052)
ln q _{t-1} (L)	0,903*** (0,026)			0,907*** (0,027)
ln p _{t-1} (¢/L)		-0,143 (0,104)		0,051 (0,037)
Constante	1,092** (0,525)	13,00*** (0,958)	13,35*** (0,934)	1,126** (0,531)
R ²	0,8575	0,1831	0,1756	0,8584
Statistique F	579,19	30,22	41,99	426,26
Élasticité-prix de long terme	-0,38	-0,16	-0,28	-0,89
* : significatif à 10% ; ** : significatif à 5%; *** : significatif à 1%				

Tableau 5 : Résultats des régressions estimant la demande de pétrole brut en Colombie-Britannique (données agrégées)

On observe que la régression possédant les coefficients les plus significatifs pour ln p et ln q_{t-1}, la plus grande significativité, avec une statistique F de 595,05, tout en possédant un fort pouvoir explicatif, avec un R² de 0,8567, est la régression XIII. Cela est probablement dû au fait qu'il s'agit de la régression du modèle utilisant le plus de variables explicatives pertinentes (la variable p_{t-1} n'étant apparemment pas pertinente, en raison de ces résultats économétriques et du fait que Hamilton (2008) est le seul auteur à recourir à un retard dans les prix et, ce, que ce soit relativement à l'essence ou au pétrole). Par ailleurs, l'élasticité-prix de long terme de cette régression est similaire à celle de la régression XVI et a une valeur intermédiaire entre celles des régressions IX et

XII, ces trois dernières régressions fournissant des coefficients significatifs, ayant un grand pouvoir explicatif et étant fortement significatives. Ainsi, il appert que l'élasticité-prix de la demande de long terme de pétrole brut en Colombie-Britannique est de -0,63 et, ce, d'autant plus que la moyenne des élasticités des quatre régressions mentionnées est de -0,65. Donc, une augmentation de 1% du prix du pétrole brut dans la province fera diminuer de 0,63% la quantité de pétrole brut consommée, *ceteris paribus*. Cette valeur est supérieure, en valeur absolue, à celles citées dans la section 4.2, il semble donc que la demande de pétrole à long terme en Colombie-Britannique soit plus élastique que la moyenne.

ln q (L/habitant)	(XIII)	(XIV)	(XV)	(XVI)
ln p (¢/L)	-0,091*** (0,026)	-0,192** (0,107)	-0,353*** (0,032)	-0,100** (0,049)
ln y (\$/habitant)	0,275*** (0,103)	0,810*** (0,130)	0,761*** (0,128)	0,273** (0,106)
ln q _{t-1} (L/habitant)	0,856*** (0,034)			0,857*** (0,034)
ln p _{t-1} (¢/L)		-0,175 (0,107)		0,009 (0,047)
Constante	-1,665** (0,825)	-2,550** (1,068)	-2,152** (1,059)	-1,650* (0,844)
R ²	0,8567	0,3547	0,3457	0,8567
Statistique F	595,05	74,81	105,44	446,09
Élasticité-prix de long terme	-0,63	-0,19	-0,35	-0,69
* : significatif à 10% ; ** : significatif à 5%; *** : significatif à 1%				

Tableau 6 : Résultats des régressions estimant la demande de pétrole brut en Colombie-Britannique (données par capita)

En résumé, nous aurons donc recours à une valeur de -0,41 pour l'élasticité-prix de la demande d'essence en Colombie-Britannique et de -0,63 pour l'élasticité-prix de la demande de pétrole de cette province. Il nous apparaît que ces valeurs sont les plus fidèles parmi celles qui sont disponibles, puisqu'elles ont été obtenues empiriquement, en utilisant les modèles les plus utilisés selon la littérature, et que le choix des régressions fournissant les valeurs les plus appropriées a été effectué à l'aide de l'analyse des résultats économétriques que nous venons d'énoncer.

6.2 L'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence et sur le secteur pétrolier

Puisque c'est en 2012 que la taxe carbone britanno-colombienne est entrée en vigueur à son taux maximum de 6,67 ¢/L d'essence, c'est-à-dire de 30\$ par tonne de CO₂ émise, et que des données complètes ne sont pas disponibles plus récemment que pour cette année, nous calculerons le bénéfice net dans le secteur de l'essence et la perte nette dans le secteur pétrolier pour l'année 2012.

Nous connaissons les coordonnées du point β de la figure 5, c'est-à-dire le prix moyen de l'essence régulière sans-plomb dans la ville de Vancouver en 2012, 134,65 ¢/L, calculé grâce à la moyenne des prix mensuels moyens dont il était question plus tôt, et la quantité totale d'essence consommée en Colombie-Britannique en 2012, tous types confondus, 4 682,12 millions de litres, obtenus grâce au tableau 405-0002 de Statistique Canada. La pente de la droite D_x de la même figure est déterminée comme suit, à l'aide des coordonnées du point β et de l'élasticité-prix de long terme de la demande d'essence de -0,41 obtenue précédemment :

$$\varepsilon_D^x = \frac{\Delta Q_x}{\Delta P_x} \frac{P_x}{Q_x}$$

$$-0,41 = \frac{\Delta Q_x}{\Delta P_x} \frac{134,65 \text{ ¢/L}}{4\,682,12 \text{ millions de litres}}$$

$$\frac{\Delta P_x}{\Delta Q_x} = -0,0701 \text{ ¢/L}^2$$

Quant à la pente des droites S_x et CMS, elle est obtenue grâce à l'élasticité-prix de l'offre de long terme dont nous avons traité dans la méthodologie et aux coordonnées du point β à l'aide du calcul suivant :

$$\varepsilon_S^x = \frac{\Delta Q_x}{\Delta P_x} \frac{P_x}{Q_x}$$

$$2 = \frac{\Delta Q_x}{\Delta P_x} \frac{134,65 \text{ ¢/L}}{4\,682,12 \text{ millions de litres}}$$

$$\frac{\Delta P_x}{\Delta Q_x} = 0,0144 \text{ ¢/L}^2$$

Enfin, conformément à ce qui a été expliqué à la section 5.4, pour un prix de 134,65 ¢/L, la valeur de la taxe pigouvienne (donc de $t + \Delta t$) est de 48,58 ¢/L. En utilisant comme unités des ¢/L pour les ordonnées et des millions de litres pour les abscisses, l'équation décrivant la demande D_x est donc :

$$P_x = 462,867 - 0,0701 * Q_x \quad (9)$$

Celle décrivant la courbe CMS est :

$$P_x = 67,223 + 0,0144 * Q_x \quad (10)$$

Et celle décrivant l'offre S_x est :

$$P_x = 18,643 + 0,0144 * Q_x \quad (11)$$

Ainsi, les coordonnées du point α sont 94,36 ¢/L et 5 257,09 millions de litres, alors que celles du point δ sont 142,94 ¢/L et 5 257,09 millions de litres, et la distance horizontale entre les points α et β est de 574,97 millions de litres. Ces coordonnées permettent de déterminer l'aire du triangle $\alpha\beta\delta$, donc de BN_x :

$$BN_x = \frac{b * h}{2}$$

$$BN_x = \frac{574,97 \text{ millions de litres} * 48,58 \text{ ¢/L}}{2}$$

$$BN_x = 13\,966,02 * 10^6 \text{ ¢}$$

Donc, BN_x correspond à 139,7 millions de dollars.

Les coordonnées du point **b** de la figure 5 sont également connues, c'est-à-dire que le prix moyen du pétrole brut consommé par la Colombie-Britannique en 2012 est de 57,92 ¢/L, ce que nous obtenons en calculant la moyenne des prix mensuels moyens dont il était question plus tôt, et la quantité totale de pétrole brut consommée en Colombie-Britannique en 2012 est de 2 284,80 millions de litres, ce qui correspond à la somme des quantités mensuelles mentionnées parmi les données. La pente des droites D_y' et D_y de la même figure peut être obtenue à l'aide de ces coordonnées et de l'élasticité-prix de la demande de pétrole de long terme de -0,63 trouvée plus tôt :

$$\varepsilon_D^y = \frac{\Delta Q_y}{\Delta P_y} \frac{P_y}{Q_y}$$

$$-0,63 = \frac{\Delta Q_y}{\Delta P_y} \frac{57,92 \text{ ¢/L}}{2\,284,80 \text{ millions de litres}}$$

$$\frac{\Delta P_y}{\Delta Q_y} = -0,0402 \text{ ¢/L}^2$$

Pour ce qui est de la pente de la droite S_y elle est calculée avec l'élasticité-prix de l'offre de long terme dont nous avons parlé dans la section relative à la méthodologie et aux coordonnées du point **b** :

$$\varepsilon_S^y = \frac{\Delta Q_y}{\Delta P_y} \frac{P_y}{Q_y}$$

$$0,25 = \frac{\Delta Q_y}{\Delta P_y} \frac{57,92 \text{ ¢/L}}{2\,284,80 \text{ millions de litres}}$$

$$\frac{\Delta P_y}{\Delta Q_y} = 0,1014 \text{ ¢/L}^2$$

En utilisant toujours comme unités des ¢/L pour les ordonnées et des millions de litres pour les abscisses, l'équation décrivant la demande D_y' est donc :

$$P_y = 149,77 - 0,0402 * Q_y \quad (12)$$

Alors que celle décrivant l'offre S_y est :

$$P_y = -173,77 + 0,1014 * Q_y \quad (13)$$

En l'absence de taxation, la quantité annuelle d'essence consommée en Colombie-Britannique serait plus élevée de 574,97 millions de litres, ce qui correspond à la distance horizontale entre les points **a** et **β** de la figure 5. En utilisant le gain de raffinage de 10% dont il a été question dans la section 5.3, on constate que cette quantité supplémentaire d'essence aurait fait croître la demande de pétrole dans la province de 522,70 millions de litres de pétrole brut, ce qui correspond à la distance horizontale entre les points **b** et **a**. Avec l'équation S_y , cela nous permet de déterminer les coordonnées du point **a**, qui correspondent à 110,91 ¢/L et à 2 807,50 millions de litres, la distance verticale entre les points **a** et **b** étant de 52,99 ¢/L, ce qui indique que l'équation de la demande D_y est :

$$P_y = 223,77 - 0,0402 * Q_y \quad (14)$$

En utilisant le prix correspondant au point **a** dans l'équation (12), on obtient les coordonnées du point **c**, qui sont de 110,91 ¢/L pour 966,67 millions de litres. Cette dernière valeur nous permet de déterminer que la distance horizontale entre les points **a** et **c** est de 1 840,83 millions de litres. Ces coordonnées permettent de déterminer l'aire du triangle **abc**, donc de PN_y :

$$PN_y = \frac{b * h}{2}$$

$$PN_y = \frac{1\,804,83 \text{ millions de litres} * 52,99 \text{ ¢/L}}{2}$$

$$PN_y = 47\,818,97 * 10^6 \text{ ¢}$$

Ainsi, PN_y correspond à 478,2 millions de dollars.

Conséquemment, selon nos estimations, en 2012, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le secteur de l'essence est un bénéfice net de 139,7 millions de dollars, alors que l'impact induit sur le secteur pétrolier par les variations de prix dans le secteur de l'essence qu'engendre la taxe est une perte nette de 478,2 millions de dollars. Ainsi, notre modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire permet d'observer que la taxe carbone sur l'essence a un impact négatif sur le secteur pétrolier et, ce, même si ce dernier secteur n'est pas sujet à la taxation. En 2012, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le surplus économique global de la société de cette province était donc négatif et, ce, à une hauteur de 338,5 millions de dollars.

6.3 Analyse de sensibilité

L'incertitude ou la variabilité propre à certaines variables est susceptible d'avoir un impact sur nos résultats et c'est pourquoi nous effectuerons une analyse de sensibilité en affectant d'autres valeurs que celles utilisées précédemment à la taxe et à l'élasticité-prix de l'offre de long terme du pétrole

6.3.1 Une valeur plus faible de la taxe pigouvienne

Dans la section précédente, nous avons utilisé une valeur de 35,5 ¢/L pour la somme des diverses taxes d'accises applicables à l'essence en Colombie-Britannique, alors qu'il s'agit de la valeur réellement utilisé dans la ville de Vancouver uniquement. Comme mentionné dans la section 5.4, en dehors des villes de Vancouver et de Victoria, ces taxes d'accises sont de seulement 24,5 ¢/L, ce qui correspond à une situation où la valeur de la taxe pigouvienne (donc de $t + \Delta t$), lorsque le prix à la pompe est de 134,65 ¢/L, est de seulement 37,58 ¢/L.

Si cette situation était appliquée à l'ensemble de la Colombie-Britannique, les coordonnées du point α seraient 103,47 ¢/L et 5 126,91 millions de litres, alors que celles du point δ seraient 141,05 ¢/L et 5 126,91 millions de litres, ce qui correspondrait à une valeur de BN_x de 83,6 millions de dollars. En l'absence de taxation, la quantité d'essence consommée en Colombie-Britannique serait plus élevée de 444,79 millions de litres, ce qui correspond à la distance horizontale entre les points α et β de la figure 5. Le gain de traitement en raffinerie de 10% nous indique que cela correspond à une variation de la demande de 404,35 millions de litres de pétrole. Les coordonnées du point a seraient alors 98,91 ¢/L et 2 689,15 millions de litres, alors que celles du point c seraient 98,91 ¢/L et 1 265,17 millions de litres, ce qui serait équivalent à une valeur de PN_y de 291,9 millions de dollars.

Ainsi, en 2012, si la taxe pigouvienne en vigueur partout dans la province avait été équivalente à la plus faible en vigueur dans la province, l'impact de la taxe carbone sur le secteur de l'essence serait un bénéfice net de 83,6 millions de dollars, alors que l'impact induit sur le secteur pétrolier par les variations de prix dans le secteur de l'essence qu'engendre la taxe est une perte nette de 291,9 millions de dollars. Ainsi, notre modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire permet d'observer que la taxe carbone sur l'essence aurait un impact négatif sur le secteur pétrolier et, ce, même si celle-ci était plus faible. En 2012, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le surplus économique global de la société de cette province aurait donc été négatif et, ce, à une hauteur de 208,3 millions de dollars.

6.3.2 Une valeur plus élevée de la taxe pigouvienne

La valeur de la taxe pigouvienne ($t + \Delta t$) utilisée dans la section 6.2 était de 48,58 ¢/L, avec une composante Δt de 6,67 ¢/L correspondant à 30\$/tonne de CO_2 émise. Une règle de trois permet d'estimer que les 48,58 ¢/L

correspondent à 218,50 \$/tonne d'émissions. Tel qu'exposé dans la section 2.2, certaines estimations des dégâts générés par les émissions de CO₂ évaluent que ceux-ci ont une valeur plus élevée et c'est pourquoi nous évaluerons l'impact d'un scénario de dommages plus élevés, c'est-à-dire d'une taxe, encore une fois optimale, de 267,98\$/tonne de CO₂ émis³⁵. Une nouvelle règle de trois permet donc de déterminer que si les taxes appliquées sur l'essence étaient équivalentes à cette valeur du coût marginal social des émissions de CO₂, la valeur de la taxe pigouvienne ($t + \Delta t$) devrait être de 59,58 ¢/L.

Si c'est cette dernière situation qui était en vigueur, en prenant comme point de référence les coordonnées du point α calculées dans la section 6.2, c'est-à-dire celles du point théorique où il n'y a pas de taxation, les coordonnées du point δ seraient alors 153,94 ¢/L et 5 257,09 millions de litres, alors que celles du point β seraient 143,79 ¢/L et 4 551,95 millions de litres. Les consommateurs feraient donc face à un prix de 143,79 ¢/L et celui-ci inclurait une composante Δt de 17,23 ¢/L (en supposant que les taxes d'accises de Vancouver sont celles en vigueur), c'est-à-dire de 75,97\$/tonne de CO₂ émise, et 705,14 millions de litres d'essence ne seraient pas consommés en raison de la taxation. La valeur de BN_x serait alors de 210,1 millions de dollars.

En prenant comme point de référence les coordonnées du point a calculées dans la section 6.2, donc celles du point théorique où il n'y a pas de taxation, les coordonnées du point b sont donc 45,90 ¢/L et 2 166,50 millions de litres, toujours en prenant le gain de raffinage de 10%, alors que celles du point c sont de 110,91 ¢/L et 549,30 millions de litres. La valeur de PN_y serait alors de 525,7 millions de dollars.

³⁵Cette valeur est la symétrie, relativement à celle de 218,50\$/tonne ou 48,58 ¢/L, de celle utilisée dans la section 6.3.1, où 37,58 ¢/L équivalent à 169,03\$/tonne d'émissions.

Donc, en 2012, si la taxe pigouvienne avait été équivalente à une valeur évaluée du coût marginal social de l'émission d'une tonne de CO₂ plus élevée, l'impact de la taxe carbone sur le secteur de l'essence serait un bénéfice net de 210,1 millions de dollars, alors que l'impact induit sur le secteur pétrolier par les variations de prix dans le secteur de l'essence qu'engendre la taxe serait une perte nette de 525,7 millions de dollars. Le modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire permet d'observer que, de façon prévisible, la taxe carbone sur l'essence aurait toujours un impact négatif sur le secteur pétrolier si celle-ci était plus élevée. En 2012, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le surplus économique global de la société de cette province aurait donc été négatif et, ce, à une hauteur de 315,6 millions de dollars.

6.3.3 Une offre de long terme de pétrole plus élastique

Les données relatives à l'élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme sont très limitées, comme nous l'avons mentionné dans la section 2.4.3. Néanmoins, deux estimations étaient à notre disposition : une moyenne de 0,25 pour les pays membres du G7, qui est la valeur que nous avons retenue, et une valeur de 2,17 pour l'Arabie-Saoudite. Nous estimerons donc PN_y avec cette dernière valeur, afin de voir l'impact qu'une élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme beaucoup plus élevée aurait sur nos résultats, cette nouvelle situation n'ayant pas d'impact sur l'évaluation de BN_x .

Les coordonnées du point **b** de la figure 4 ne varient pas davantage, alors que la pente de la droite S_y deviendrait 0,0117. Ainsi, l'équation de l'offre S_y deviendrait :

$$P_y = 31,18 + 0,0117 * Q_y \quad (15)$$

Alors que celle de la demande D_y serait :

$$P_y = 186,89 - 0,0402 * Q_y \quad (16)$$

Les coordonnées du point **a** devenant 64,03 ¢/L et 2 807,50 millions de litres, alors que celles du point **c** seraient 64,03 ¢/L et 2 132,84 millions de litres, pour une valeur de PN_y de 20,6 millions de dollars.

Ainsi, en 2012, si la Colombie-Britannique avait été une société où l'offre de pétrole est fortement élastique à long terme, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le secteur de l'essence aurait toujours été de 139,7 millions de dollars. Cependant, l'impact induit sur le secteur pétrolier par les variations de prix dans le secteur de l'essence qu'engendre la taxe aurait été une perte nette de seulement 20,6 millions de dollars. En 2012, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le surplus économique global de la société de cette province aurait donc été positif et, ce, à une hauteur de 119,1 millions de dollars.

6.3.4 Une offre de long terme de pétrole intermédiaire

La valeur de l'élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme que nous venons d'employer précédemment est très éloignée de celle utilisée dans nos autres estimations. De plus, elle correspond à une valeur estimée pour l'Arabie-Saoudite, qui est un État très différent de la Colombie-Britannique et, ce, sur plusieurs points. C'est pourquoi nous estimerons PN_y avec une valeur intermédiaire que nous fixerons arbitrairement à 1, afin de voir l'impact qu'une élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme intermédiaire aurait sur nos résultats, cette nouvelle situation n'ayant encore une fois pas d'impact sur l'évaluation de BN_x .

Les coordonnées du point **b** de la figure 4 ne varient toujours pas, alors que la pente de la droite S_y deviendrait 0,0253. Ainsi, l'équation de l'offre S_y deviendrait :

$$P_y = 0,0253 * Q_y \quad (17)$$

Alors que celle de la demande D_y serait :

$$P_y = 183,89 - 0,0402 * Q_y \quad (18)$$

Les coordonnées du point **a** devenant 71,03 ¢/L et 2 807,50 millions de litres, alors que celles du point **c** seraient 71,03 ¢/L et 1 958,71 millions de litres, pour une valeur de PN_y de 55,6 millions de dollars.

Ainsi, en 2012, si la Colombie-Britannique avait été une société où l'offre de pétrole est modérément élastique à long terme, l'impact de la taxe carbone britanno-colombienne sur le marché de l'essence aurait encore été de 139,7 millions de dollars. Cependant, l'impact induit sur le secteur pétrolier par les variations de prix dans le secteur de l'essence qu'engendre la taxe aurait été une perte nette de seulement 55,6 millions de dollars. En 2012, l'impact de la taxe carbone de cette province sur le surplus économique global de la société de la Colombie-Britannique aurait donc été positif et, ce, à une hauteur de 84,1 millions de dollars.

6.4 Discussion

Le tableau 7 présente une synthèse des résultats que nous avons estimés dans les sections 6.2 et 6.3. Le cas 1 y représente la situation de référence évaluée dans la section 6.2, qui correspond à la borne supérieure des estimations de la situation actuelle. Le cas 2 correspond à la situation évaluée dans la section 6.3.1, qui représente la borne inférieure des estimations de la situation actuelle. Le cas 3, qui est l'estimation de la section 6.3.2, évalue les impacts en présence d'une estimation plus élevée des dégâts générés par les émissions de CO_2 que

celle actuellement en vigueur. Enfin, le cas 4, qui correspond à l'estimation effectuée dans la section 6.3.3, représente une situation comme celle de référence, mais en supposant que l'élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme (ε_s^p) de la province est beaucoup plus élevée que pour les évaluations des autres cas, alors que le cas 5 suppose plutôt une valeur intermédiaire de ε_s^p , comme dans l'estimation présentée dans la section 6.3.4.

Cas	ε_s^p	t + Δt (¢/L)	Δt (¢/L)	BN _x (millions de \$)	PN _y (millions de \$)	BN _x - PN _y (millions de \$)
1	0,25	48,58	6,67	139,7	-478,2	-338,5
2	0,25	37,58	6,67	83,6	-291,9	-208,3
3	0,25	59,58	17,23	210,1	-525,7	-315,6
4	2,17	48,58	6,67	139,7	-20,6	119,1
5	1,00	48,58	6,67	139,7	-55,6	84,1

Tableau 7 : Impacts de la taxe carbone britanno-colombienne sur l'essence selon différents scénarios

On constate que, dans tous les cas, les bénéfices nets de la taxe pigouvienne sur le secteur de l'essence sont relativement faibles. Cela est dû au fait que l'élasticité-prix de la demande de long terme de l'essence est faible, ce qui fait en sorte que les variations de prix causées par la taxation ont un faible impact sur les quantités consommées, diminuant ainsi la taille des bénéfices potentiels, en terme de surplus économiques. Plus exactement, la distance horizontale entre les points α et β de la figure 5 reste relativement petite, peu importe la valeur de la taxe. De façon prévisible, et toujours en faisant l'hypothèse que la valeur de la taxe pigouvienne par litre est égale à la valeur des dommages marginaux causés par les émissions de CO₂ générées par l'utilisation d'un litre d'essence, une augmentation de la taxe correspond à une augmentation du bénéfice net, et inversement.

Par ailleurs, on observe que les effets des variations de prix dans le secteur de l'essence engendrées par la taxe pigouvienne ont un impact négatif sur le secteur pétrolier et, ce, lorsque l'élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme est peu élastique. Ces pertes nettes, bien que relativement faibles (relativement au PIB de la province, par exemple), sont néanmoins supérieures, en valeur absolue, aux bénéfices nets qu'on retrouve dans le secteur de l'essence, faisant en sorte que l'impact global sur la province ($BN_x - PN_y$), est négatif. Cela est dû, d'une part, aux faibles élasticités-prix de la demande et de l'offre de long terme de pétrole, qui font en sorte que le prix du pétrole varie grandement et, ce, même lorsque la quantité de pétrole demandée varie relativement peu, augmentant ainsi la taille des pertes nettes réalisées, toujours en terme de surplus économiques. Autrement dit, la distance verticale entre les points **a** et **b** de la figure 5 varie grandement, même lorsque la distance horizontale les séparant varie peu, faisant en sorte qu'une quantité similaire est consommée à un prix beaucoup plus élevé. D'autre part, le pétrole ne servant pas uniquement à produire de l'essence et en raison de l'impossibilité de transformer la totalité d'une quantité de pétrole exclusivement en essence, une variation dans la quantité d'essence demandée implique une variation relativement grande de la quantité de pétrole demandée (relativement à celle servant strictement à produire de l'essence), augmentant encore davantage la taille des pertes nettes réalisées. De plus, le fait que la demande de long terme de pétrole soit plus sensible aux prix que celle d'essence contribue aussi à amplifier les impacts négatifs des variations de prix dans le secteur de l'essence sur le secteur pétrolier. Enfin, la sensibilité de nos résultats à l'élasticité-prix de l'offre de pétrole est illustrée par le fait que si une valeur plus élevée est utilisée pour celle-ci, la valeur de la perte nette dans le secteur pétrolier causée par les variations de prix dans le secteur de l'essence diminue grandement, permettant à l'impact global sur la province ($BN_x - PN_y$) d'être positif, au lieu d'être négatif. Donc, la valeur du pétrole qui serait potentiellement consommé en l'absence de taxation – et dont la non-consommation constitue une perte – est

moins élevée sous cette situation de forte élasticité-prix de l'offre de long terme de pétrole que dans celle décrite précédemment.

Dans un autre ordre d'idée, conformément aux prédictions de Buchanan, l'imposition de la taxe pigouvienne dans le secteur de l'essence génère un bénéfice net, puisque ces marchés ne sont pas monopolistiques. Cependant, l'importance de ce bénéfice est limitée par la faible sensibilité aux variations de prix des consommateurs de ce secteur et par le relatif pouvoir de marché des firmes opérant dans celui-ci, tel qu'anticipé par les auteurs, qui prévoyaient qu'un faible pouvoir de marché et une forte sensibilité aux prix seraient associés à des bénéfices accrus d'une taxe pigouvienne. Ces deux caractéristiques de ce marché font en sorte que le bénéfice net généré par la taxe carbone est trop faible pour compenser les impacts négatifs de celle-ci sur le secteur pétrolier, lorsque l'élasticité-prix de l'offre de pétrole de long terme est faible, créant une situation où cette taxe carbone induit un effet négatif sur le bien-être global de la société.

De plus, ces résultats indiquent que les choses seraient probablement différentes si la taxe carbone était plutôt imposée en amont du secteur de l'essence, au niveau des raffineurs ou des pétrolières. En effet, la plus grande sensibilité de la demande du secteur pétrolier britanno-colombien, relativement au secteur de l'essence, nous laisse penser que les bénéfices nets d'une taxation pourraient être plus élevés si celle-ci était appliquée dans le secteur pétrolier, et non pas au niveau des détaillants d'essence. Par ailleurs, les pertes nettes qui seraient alors engendrées dans le secteur de l'essence auraient probablement une ampleur moindre que celles engendrées actuellement dans le secteur pétrolier, puisque l'offre d'essence est plus sensible au prix que l'offre de pétrole. Cela ferait en sorte que l'augmentation des prix dans le secteur de l'essence, découlant de la taxation dans le secteur pétrolier, engendrerait une diminution de la quantité d'essence demandée plus grande que la diminution de la quantité de pétrole

demandée actuellement engendrée par l'augmentation des prix dans le secteur de l'essence. Autrement dit, sous cette hypothèse, dans le secteur de l'essence, les consommateurs seraient moins enclins à consommer une essence plus dispendieuse alors que, actuellement, les consommateurs sont relativement plus enclins à consommer un pétrole plus dispendieux. De plus, la variation de la quantité de pétrole consommée ne serait que partiellement communiquée au secteur de l'essence, puisque tout le pétrole ne peut pas être transformé en essence, ce qui réduirait l'impact de la variation de prix dans le secteur pétrolier sur celui de l'essence. Cela aurait de plus l'avantage, que nous ne pouvons pas quantifier dans le cadre de ce mémoire, de transmettre une partie du coût du carbone sur d'autres produits que sur les carburants, rendant ainsi l'ensemble de l'économie plus sensible aux dommages causés par les émissions de CO₂.

Finalement, il est important de mentionner à nouveau que notre analyse repose sur l'hypothèse que, lorsque le gouvernement met en œuvre une taxe pigouvienne, la valeur de celle-ci est fixée de façon à ce que le coût marginal privé, additionné de la taxe pigouvienne, soit égal à la valeur du coût marginal social. Nous supposons donc que les déséconomies externes générées par les émissions de CO₂ produites par l'essence sont totalement internalisées par la taxe carbone. De plus, rappelons que cette analyse ne s'est pas concentrée sur les bénéfices diffus d'une augmentation du prix de l'essence, ce qui introduit un biais à la baisse des avantages de la taxe carbone, et que la valeur de la diminution de la quantité de pétrole engendrée par cette taxe sur l'essence que nous avons utilisée n'est qu'une estimation.

7. Conclusion

Afin de prendre en compte l'impact d'une taxe carbone sur les secteurs de l'économie qui n'y sont pas sujets, ce mémoire a utilisé un modèle d'équilibre partiel avec analyse d'un marché secondaire, constitué d'un secteur émetteur de CO₂, sujet à une taxe carbone, et d'un secteur d'activité complémentaire au secteur taxé, sujet à l'influence de la variation des prix dans le secteur taxé ; le premier secteur bénéficiant d'un bénéfice net, grâce à la diminution des externalités négatives qu'engendre la taxe, le second secteur souffrant d'une perte nette, en raison de l'influence des variations de prix dans le secteur taxé sur celui-ci. Plus exactement, le modèle a été appliqué au secteur de l'essence en Colombie-Britannique, sujet à la taxe carbone instaurée dans cette province, et au secteur complémentaire en amont que constitue le secteur pétrolier, qui est fortement influencé par les événements ayant lieu dans le secteur de l'essence.

Pour quantifier les bénéfices et les pertes prenant place dans chacun des secteurs considérés, nous avons utilisé la notion des surplus économiques. L'évaluation de ces surplus a nécessité l'estimation des courbes de demande de long terme des secteurs de l'essence et du pétrole en Colombie-Britannique. Nos régressions ont permis d'estimer que l'élasticité-prix de long terme de la demande d'essence en Colombie-Britannique est de -0,41, soit une demande plus inélastique que la moyenne, alors que l'élasticité-prix de long terme de la demande de pétrole dans la province serait de -0,63, soit une demande plus élastique que la moyenne. Conformément aux prévisions, en raison de la faible sensibilité aux variations de prix des consommateurs de ces secteurs et au relatif pouvoir de marché des firmes y opérant, les bénéfices et les pertes nets de la taxe carbone britanno-colombienne sont relativement faibles, l'impact global étant négatif, en supposant une offre de pétrole peu élastique. Une estimation, en termes de bien-être, de l'impact global de cette politique environnementale sur la province en 2012 et accordant un faible coût aux

émissions de CO₂, est une perte nette de 208,3 millions de dollars, alors qu'une estimation leur accordant un coût élevé chiffre plutôt cette perte nette à 315,6 millions de dollars. L'impact d'une taxe carbone dépendant également de son niveau, celui-ci variant en fonction de l'estimation des dégâts marginaux causés par les émissions de CO₂, la perte de bien-être net qu'enregistrerait la province dans le scénario intermédiaire nous servant de référence serait plutôt de 338,5 millions de dollars. Toujours avec le même scénario de référence, si nous avions plutôt supposé que l'offre de pétrole de la province était fortement élastique, et non pas relativement inélastique, comme cela semble toutefois être le cas, nous serions plutôt en présence d'un bénéfice net de 119,1 millions de dollars, toujours en 2012. Avec le scénario intermédiaire que constitue l'utilisation d'une offre de pétrole possédant une élasticité unitaire, le bénéfice net serait plutôt de 84,1 millions de dollars. Ainsi, nos résultats sont très sensibles à l'élasticité-prix de l'offre de pétrole, qui est le principal déterminant des bénéfices globaux d'une taxe carbone. Enfin, notre analyse implique que ces pertes nettes seraient moindres, voire se transformeraient en bénéfices nets, si la taxe carbone était plutôt appliquée sur le secteur pétrolier.

Soulignons que notre analyse a pris en compte le secteur d'activité qui apparaît être le plus touché par les variations de prix causées par la taxe carbone sur le secteur de l'essence, c'est-à-dire le secteur pétrolier, et que peu d'autres secteurs doivent être influencés indirectement aussi fortement par la taxe carbone, autant dans l'amplitude des prix que des quantités, que ne l'est le secteur pétrolier. Néanmoins, le fait d'ignorer les bénéfices réalisés sur d'autres marchés, tel que la présence d'un revenu disponible plus élevé pour les consommateurs achetant moins d'essence, crée néanmoins un biais à la baisse des avantages de la taxe dans notre analyse. Il est aussi important de noter que notre étude n'a pas pris en compte les intangibles. Ainsi, par exemple, l'existence même d'une atmosphère dont la composition est favorable à la vie

et, plus exactement, à la vie humaine, est quelque chose dont la valeur est pratiquement impossible à estimer.

Enfin, il nous apparaît qu'une piste de réflexion pour des recherches futures serait d'effectuer une analyse systématique de l'impact d'une taxe carbone sur le secteur pétrolier, puisqu'il s'agit de l'emplacement alternatif qui nous semble le plus apte à recevoir une telle taxe.

8. Bibliographie

Adenikinju, Adeola, Akin Iwayemi et M. Adetunji Babatunde (2010). « Estimating Petroleum Products Demand Elasticities In Nigeria: A Multivariate Cointegration Approach », *Energy Economics*, vol. 32, p. 73-85.

Agence internationale de l'énergie (s. d.). « Oil Market Report - Glossary », *IEA – International Energy Agency – Affordable Clean Energy For All* | iea.org [en ligne] [réf. 4 mars 2014].

http://omrpublic.iea.org/glossary_sec.asp?G_FLOW=Refining

Akinboade , Oludele A., Emmanuel Ziramba et Wolassa L. Kumo (2008). « The Demand For Gasoline In South Africa: An Empirical Analysis Using Co-Integration Techniques », *Energy Economics*, vol. 30, p. 3222–3229.

Akisawa, Atsushi, David Bonilla et Klaus E. Schmitz (2012). « Demand For Mini Cars And Large Cars; Decay Effects, And Gasoline Demand In Japan », *Energy Policy*, vol. 50, p. 217-227.

Association canadienne des producteurs de pétrole (2014). « Tables – Canadian Association Of Petroleum Producers », *Canadian Association Of Petroleum Producers (CAPP)* [en ligne] [réf. 1 mars 2014].

<http://www.capp.ca/library/statistics/handbook/pages/statisticalTables.aspx?sectionNo=7>

Austin, David et Terry Dinan (2005). « Clearing The Air: The Costs And Consequences Of Higher CAFE Standards And Increased Gasoline Taxes », *Journal Of Environmental Economics And Management*, vol. 50, p. 562-582.

Basso, Leonardo J. et Tae Hoon Oum (2007). « Automobile Fuel Demand: A Critical Assessment Of Empirical Methodologies », *Transport Reviews*, vol. 27, no. 4 (juillet), p. 449-484.

B.C. Home (s.d.). « Motor Fuel Tax and Carbon Tax », *The Province Of British Columbia - Home* [en ligne] [réf. 21 mars 2014].

<http://www2.gov.bc.ca/gov/topic.page?id=1A80D78D2FC440ECB036B9EDE1EA7771&title=Motor%20Fuel%20and%20Carbon%20Tax>

Bentzen, Jan (1994). « An Empirical Analysis Of Gasoline Demand In Denmark Using Cointegration Techniques », *Energy Economics*, vol. 16, no. 2, p. 139-143.

Boardman, Anthony E., David H. Greenberg, Aidan R. Vinning et David L. Weimer (2006). *Cost-Benefit Analysis. Concepts And Practice. Third Edition*, Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, 560 p.

Buchanan, James M. (1969). « External Diseconomies, Corrective Taxes, And Market Structure », *The American Economic Review*, vol. 59, no. 1, p. 174-177.

Burke, Paul J. et Shuhei Nishitateno (2013). « Gasoline Prices, Gasoline Consumption, And New-Vehicle Fuel Economy: Evidence For A Large Sample Of Countries », *Energy Economics*, vol. 36, p. 363-370.

California Energy Commission (2004). « What's In A Barrel of Oil? », *California Energy Almanac Home Page* [16 juin 2014] [en ligne]. http://energyalmanac.ca.gov/gasoline/whats_in_barrel_oil.html

Chichilnisky, Graciela et Geoffrey Heal (1998). « Economic Returns From The Biosphere », *Nature*, vol. 391 (février), p. 629-630.

Chiroleu-Assouline, Mireille et Mouez Fodha (2011). « Verdissement de la fiscalité. À qui profite le double dividende? », *Revue de l'OFCE*, no. 116, p. 409-431.

Conference Board du Canada (s.d.). *Série RQTOB, Real Gross Domestic Product (GDP) at Basic Prices by Industry, All Industries, British Columbia, Provincial Forecast - 20 yr Data Directory*, site internet du Conference Board du Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014]. <http://proxy2.hec.ca:2149/e-Data/CartDetailLight.aspx?BasketGUID=7701cf80-831d-4fcf-8b65-821bc6dfedda&basketName=>

Congressional Budget Office (2003). *The Economic Costs Of Fuel Economy Standards Versus A Gasoline Tax*, [s. l.], The Congress Of The United States, 24 p.

Cooper, John, C. B. (2003). *Price Elasticity Of Demand For Crude Oil: Estimates For 23 Countries*, [s. l.], Organization Of The Petroleum Exporting Countries, 8 p.

Costanza, Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farberk, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, Jose Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Suttonkk et Marjan van den Belt (1997). « The Value Of The World's Ecosystem Services And Natural Capital », *Nature*, vol. 387 (mai), p. 253-260.

Coyle David, Jason DeBacker et Richard Prisinzano (2012). « Estimating The Supply And Demand Of Gasoline Using Tax Data », *Energy Economics*, vol. 34, p. 195-200.

Crals, Evy et Lode Vereeck (2005). « Taxes, Tradable Rights And Transaction Costs », *European Journal Of Law And Economics*, vol. 20, p. 199-223.

Cynthia Lin, C.-Y. et Lea Prince (2013). « Gasoline Price Volatility And The Elasticity Of Demand For Gasoline », *Energy Economics*, vol. 38, p. 111-117.

Dahl, Carol et Thomas Sterner (1991). « Analysing Gasoline Demand Elasticities: A Survey », *Energy Economics*, (juillet), p. 203-210.

Davis, Lucas W. et Lutz Kilian (2011). « Estimating The Effect Of A Gasoline Tax On Carbone Missions », *Journal Of Applied Econometrics*, vol. 26 (février), p. 1187-1214.

Ebert, Udo (1995). « Consumer's Surplus : Simple Solutions To An Old Problem », *Bulletin Of Economic Research*, vol. 47, no. 4., p. 285-294.

Ekins, Paul et Terry Baker (2001). « Carbon Taxes and Carbon Emissions Trading », *Journal Of Economic Surveys*, vol. 15, no. 3, p. 325-376.

Espey, Molly (1998). « Gasoline Demand Revisited: An International Meta-Analysis Of Elasticities », *Energy Economics*, vol. 20, p. 273-295.

Eyre, Nick (2010). « Policing Carbon : Design And Enforcement Options For Personal Carbon Trading », *Climate Policy*, vol. 10, p. 432-446.

Goel, Rajeev K. et Edward Wei-Te Hsieh (1997). « Market Structure, Pigouvian Taxation, And Welfare », *Atlantic Economic Journal*, vol. 25, no. 2 (juin), p. 128-138,

Goldblatt, Michael (2010). « Comparison Of Emissions Trading And Carbon Taxation In South Africa », *Climate Policy*, vol. 10, p. 511-526.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007). *Changements climatiques 2007 : rapport de synthèse*, Genève, Organisation météorologique mondiale, 103 p.

Hamilton, James D. (2008). *Understanding Crude Oil Prices*, Cambridge, National Bureau Of Economic Research, 44 p.

Harberger, Arnold C. (1971). « Three Basic Postulates For Applied Welfare Economics : An Interpretive Essay », *Journal Of Economic Literature*, vol. 9, no. 3 (septembre), p. 785-797.

Hines Jr., James R. (1999). « Three Sides Of Harberger Triangles », *Journal Of Economic Perspectives*, vol. 13, no. 2, p. 167-188.

Jehle, Geoffrey A. et Philip J. Reny (2011). *Advanced Microeconomic Theory. Third Edition*, Harlow, Financial Times Prentice Hall, 656 p.

Jones, Clifton T. (1993). « A Single Equation Study of U.S. Petroleum Consumption: The Role Of Model Specification », *Southern Economic Journal*, p. 687-700.

Kaufmann, Christine et Rolf H. Weber (2011). « Carbon-related Border Tax Adjustment : Mitigating Climate Change Or Restricting International Trade ? », *World Trade Review*, vo. 10, no. 4, p. 497-525.

Kent Marketing Services Limited (2014). « Petroleum Price Data – MJ Ervin & Associates », *Home – The Kent Group – Kent Marketing Services Limited / MJ Ervin & Associates* [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www.kentmarketingservices.com/dnn/PetroleumPriceData.aspx>

Keohane, Nathaniel O. et Sheila M. Olmstead (2007). *Markets And The Environment*, Washington, DC, Island Press, 274 p.

Klaes, Matthias (2008). « transaction costs, history of », *The New Palgrave Dictionary of Economics Online* [en ligne], sous la direction de Steven N. Durlauf et Lawrence E. Blume, 2^e éd., Palgrave Macmillan [réf. 11 novembre 2013]. http://proxy2.hec.ca:3378/article?id=pde2008_T000239

Krichene, Noureddine (2002). « World Crude Oil And Natural Gas: A Demand And Supply Model », *Energy Economics*, vol. 24, p. 557-576.

Laffont, J. J. (2008). « externalities », *The New Palgrave Dictionary of Economics Online* [en ligne], sous la direction de Steven N. Durlauf et Lawrence E. Blume, 2^e éd., Palgrave Macmillan [réf. 21 mars 2014].
http://proxy2.hec.ca:3378/article?id=pde2008_E000200
 doi:10.1057/9780230226203.0537

Laherrère, Jean (2000). *Vers Un Déclin De La Production Pétrolière*, Colloque « Énergie et développement durable », Institut Supérieur Industriel De Bruxelles, 11 octobre 2000.

Lashof, Daniel et Andy Stevenson, (2013). *Who Pays for Climate Change? U.S. Taxpayers Outspend Private Insurers Three-to-One to Cover Climate Disruption Costs*, New York, Natural Resources Defense Council, 12 p.

Lawson, Nigel (2007). *The Politics And Economics Of Climate Change*, Melbourne, Institute Of Public Affairs, 7 p.

Liddle, Brantley (2012). « The systemic, long-run relation among gasoline demand, gasoline price, income, and vehicle ownership in OECD countries: Evidence from panel cointegration and causality modeling », *Transportation Research Part D*, vol. 17, p. 321-331.

Millennium Ecosystem Assessment Panel (2005). *Ecosystems And Human Well-Being : Synthesis*, Washington, D.C., Island Press, 137 p.

Ministry Of Finance (s.d.). « How The Carbon Tax Works », *Finance – Province Of British Columbia* [en ligne] [réf. 21 mars 2014]. <http://www.fin.gov.bc.ca/tbs/tp/climate/A4.htm>

Ministry Of Finance (2013). *Tax Rates On Fuel*, Victoria, Ministry Of Finance, 17 p.

New York Mercantile Exchange (2000). *Crack spread handbook*, New York, Publication Office New York Mercantile Exchange, 28 p.

Pezzey, John C. V. (2003). « Emission Taxes And Tradeable Permits A Comparison Of Views On Long-Run Efficiency », *Environmental And Resource Economic*, vol. 26, no. 2 (octobre), p. 329-242.

Ressources naturelles Canada (2012). « Taxes sur les carburants | Ressources naturelles Canada », *Ressources naturelles Canada* [en ligne] [réf. 21 mars 2014]. <http://www.rncan.gc.ca/energie/prix-carburant/4604>

Ressources naturelles Canada (2013). « Économie du raffinage | Ressources naturelles Canada », *Ressources naturelles Canada* [en ligne] [réf. 4 mars 2014]. <http://www.rncan.gc.ca/energie/brute-produits-petroliers/4562>

Rivers, Nic et Brandon Schaufele (2012). *Effect Of British Columbia's Carbon Tax On Agricultural Competitiveness And Trade*, Ottawa, Université d'Ottawa – Institut de l'Environnement, 36 p.

Sandmo, Agnar (2008). « Pigouvian taxes », *The New Palgrave Dictionary of Economics Online* [en ligne], sous la direction de Steven N. Durlauf et Lawrence E. Blume, 2^e éd., Palgrave Macmillan [réf. 21 mars 2014].
http://proxy2.hec.ca:3378/article?id=pde2008_P000351
 doi:10.1057/9780230226203.1289

Sorrell, Steve (2010). « An Upstream Alternative To Personal Carbon Trading », *Climate Policy*, vol. 10, p. 481-486.

Statistique Canada (s.d.). *Tableau 079-0003 - Ventes de véhicules automobiles neufs, Canada, provinces et territoires, mensuel*, CANSIM, site internet de Statistique Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=0790003&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=>

Statistique Canada (s.d.). *Tableau 126-0001 - Approvisionnement et utilisation du pétrole brut et équivalent mensuel (mètres cubes x 1 000)*, CANSIM, site internet de Statistique Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=1260001&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=>

Statistique Canada (s.d.). *Tableau 134-0004 - Approvisionnement et utilisation de produits pétroliers raffinés, mensuel (mètres cubes)*, CANSIM, site internet de Statistique Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=1340004&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=>

Statistique Canada (s.d.). *Tableau 282-0087 - Enquête sur la population active (EPA), estimations selon le sexe et le groupe d'âge, désaisonnalisées et non désaisonnalisées, mensuel (personnes sauf indication contraire)*, CANSIM, site internet de Statistique Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=2820087&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=>

Statistique Canada (s.d.). *Tableau 326-0020 - Indice des prix à la consommation (IPC), panier 2011 mensuel (2002=100)*, CANSIM, site internet de Statistique Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=3260020&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=>

Statistique Canada (s.d.). *Tableau 405-0002 - Essence et autres combustibles de pétrole vendus, annuel (litres x 1 000)*, CANSIM, site internet de Statistique Canada [en ligne] [réf. 1 mars 2014].
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26>

Tol, Richard S. J. (2013). «Targets For Global Climate Policy : An Overview », *Journal Of Economic Dynamics And Control*, vol. 37 (janvier), p. 911-928.

Willig, Robert D. (1976). « Consumer's Surplus Without Apology », *American Economic Association*, vol. 66, no. 4 (septembre), p. 589-597.

Weitzman, Martin L. (1988). « Consumer's Surplus As An Exact Approximation When Prices Are Appropriately Deflated », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 103, no. 3 (août), p. 543-553.

Ziramba, Emmanuel (2010). « Price And Income Elasticities Of Crude Oil Import Demand In South Africa: A Cointegration Analysis », *Energy Policy*, vo. 38, p. 7844-7849.

