

# Table des matières

Résumé .....	ii
Avant-Propos.....	iii
Table des matières .....	iv
Liste des tableaux .....	vi
Liste des graphiques .....	vii
Introduction .....	1
Chapitre 1 : Revue de la littérature.....	4
1.1 Approches méthodologiques.....	4
1.2 Modélisation de la demande de carburant des véhicules légers.....	6
1.3 Variables omises dans l'explication du nombre de kilomètres parcourus .....	19
1.4 Études canadiennes .....	20
1.5 Élasticités obtenues dans la littérature .....	21
Chapitre 2 : Modélisation .....	24
2.1 Modèle général .....	24
2.2 Sources des données .....	26
2.3 Spécification économétrique.....	29
2.4 Analyse descriptive.....	31
Chapitre 3 : Résultats et interprétations .....	34
3.1 Estimation du nombre de kilomètres parcourus par personne en âge de conduire .....	35
3.2 Estimation du nombre de véhicules par personne en âge de conduire.....	37
3.3 Estimation du taux de consommation moyen de carburant des véhicules légers.....	39
3.4 Estimation des élasticités .....	41
Conclusion.....	45

Bibliographie..... 48

Annexe 1 : Autres études recensées dans la littérature ..... 52

Annexe 2 : Transformations effectuées sur les variables ..... 53

Annexe 3 : Base de données alternative : l'Enquête sur les véhicules au Canada..... 54

Annexe 4 : Base de données alternative : fusion des données de l'Enquête nationale  
sur l'utilisation des véhicules privés et de l'EVC ..... 56

## Liste des tableaux

1.1	Estimation de la distance totale parcourue selon Greene (1992).....	8
1.2	Estimation de la distance parcourue par conducteur selon Haughton et Sarkar (1996) .....	10
1.3	Estimation du taux de consommation moyen de carburant selon Haughton et Sarkar (1996) .....	10
1.4	Estimation de la distance moyenne parcourue par véhicule selon Johansson et Schipper (1997).....	14
1.5	Estimation du nombre de véhicules par capita selon Johansson et Schipper (1997).....	14
1.6	Estimation du taux de consommation moyen de carburant selon Johansson et Schipper (1997).....	14
1.7	Estimation de la distance parcourue par adulte selon Small et Van Dender (2007).....	17
1.8	Estimation du nombre de véhicules par adulte selon Small et Van Dender (2007) .....	17
1.9	Estimation du taux de consommation moyen de carburant selon Small et Van Dender (2006).....	17
1.10	Intervalles des élasticités de court terme .....	22
1.11	Intervalles des élasticités de long terme .....	23
2.1	Sources des variables explicatives.....	29
2.2	Statistiques descriptives des variables dépendantes pour l'ensemble des observations.....	31
2.3	Différences interprovinciales dans les composantes de la consommation de carburant .....	32
3.1	Résultats d'estimation des kilomètres parcourus par personne en âge de conduire .....	36
3.2	Résultats d'estimation du nombre de véhicules par personne en âge de conduire .....	38
3.3	Résultats d'estimation du taux de consommation moyen de carburant.....	39
3.4	Élasticités prix de court et long terme des composantes de la consommation de carburant .....	42
3.5	Élasticités revenu de court et long terme des composantes de la consommation de carburant .....	43
A.1	Variables de la base de données ENUVeP-EVC .....	57

## Liste des graphiques

2.1	Évolution annuelle des composantes de la consommation de carburant au Canada (indice) .....	32
2.2	Évolution annuelle de $KM/pop16$ , du prix de l'essence et du PIB par capita au Canada (indice) .....	32
2.3	Évolution annuelle de $S/pop16$ , du prix de l'essence et du PIB par capita au Canada (indice) .....	33
2.4	Évolution annuelle de $TCM$ , du prix de l'essence et du PIB par capita au Canada (indice) .....	33

# Introduction

Dans le présent contexte de réchauffement climatique, les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant de la consommation de combustibles fossiles constituent une préoccupation grandissante. Le secteur des transports est responsable d'une part importante de ce problème dans plusieurs pays industrialisés. Au Canada, les GES reliés aux activités de transport représentaient 25 % des émissions totales produites en 2004 (Environnement Canada, 2006). Plus particulièrement, les véhicules légers<sup>1</sup> (VL) utilisés principalement à des fins personnelles étaient, pour cette même année, la source de la moitié des émissions polluantes reliées au transport. La présence accrue sur nos routes de « camions » légers tels les véhicules utilitaires sport, les camionnettes et les fourgonnettes contribue d'ailleurs fortement à la croissance des GES observée dans le secteur des transports depuis 1990.<sup>2</sup> Soulignons enfin que les VL sont aussi responsables de plusieurs autres externalités comme par exemple des épisodes de smog en milieu urbain, de la congestion et des accidents sur les routes.

L'objectif central de ce mémoire est d'estimer, à un niveau agrégé, l'influence de facteurs économiques de base tels le prix de l'essence et le revenu sur les déterminants de la demande de carburant des VL au Canada. En fait, la consommation de carburant des VL dépend de l'usage, mesuré par le nombre de kilomètres parcourus, et du taux de consommation moyen de carburant, mesuré en terme de litres de carburant consommés par kilomètre. Nous tenons également compte de l'interdépendance qui peut exister entre le nombre de véhicules et l'usage. La réactivité de ces déterminants face aux changements dans le prix de l'essence (élasticité-prix) et le revenu (élasticité-revenu) devrait permettre d'identifier des pistes d'interventions publiques efficaces et politiquement acceptables afin de contrôler les GES produits par les VL. Par exemple, on s'attend à ce qu'une augmentation du prix de l'essence, suite à une hausse des taxes sur le carburant, affecte négativement la quantité d'essence consommée. Or, l'impact environnemental d'un tel instrument dépend en grande partie de l'élasticité-prix de la demande de carburant. S'il s'avère

---

<sup>1</sup> Les véhicules légers incluent tous les types d'automobile ainsi que les camions ayant un poids nominal brut de moins de 3 855 kilogrammes.

<sup>2</sup> En effet, les émissions de ces véhicules ont doublé entre 1990 et 2004 (Environnement Canada, 2006).

que cette demande est peu sensible aux changements dans le prix de l'essence, la réduction des GES exigerait des niveaux de taxation sur les carburants qui seraient certainement politiquement insoutenables. De plus, la croissance économique pourrait venir contrecarrer les efforts visant à réduire la consommation de carburant. L'importance de cet impact dépend de la sensibilité de la demande de carburant face à un changement dans le revenu.

Par ailleurs, l'implantation de mesures favorisant l'efficacité énergétique des VL est une autre solution fréquemment avancée par les décideurs publics. Dans sa stratégie énergétique 2006-2015, le Gouvernement du Québec identifie des actions afin de réduire la consommation de produits pétroliers dans le transport privé. Des incitatifs financiers favorisant les véhicules à faible consommation de carburant ainsi que le renforcement des normes de consommation en carburant des véhicules nouvellement fabriqués sont d'ailleurs planifiés.<sup>3</sup> De même, avec son programme « ecoAuto », le gouvernement du Canada encourage les canadiens à acheter des véhicules économes en carburant. Il faut toutefois se montrer prudent dans l'évaluation des bénéfices que pourrait engendrer de telles politiques. La réduction du taux de consommation moyen de carburant de l'ensemble de la flotte de VL provoque bien une diminution de la quantité de carburant consommée mais ce gain peut être réduit par la présence d'un « effet rebond ». Ce phénomène résulte de la croissance de la distance parcourue suscitée par la réduction des coûts d'opération associés aux véhicules moins énergivores. Cet effet indirect contrecarre en partie la baisse attendue en stimulant la demande de carburant. La magnitude de l'effet rebond dépend donc de la réactivité de l'usage face au changement dans le coût d'utilisation des véhicules.

L'approche méthodologique retenue repose sur un modèle économétrique constitué d'un système de trois équations simultanées qui visent à expliquer le nombre de kilomètres parcourus, le nombre de véhicules légers et leur taux de consommation moyen de carburant à un niveau agrégé. La spécification que nous estimons s'inspire d'une étude américaine réalisée par Small et Van Dender (2007). Les données dont nous disposons proviennent de la *Base de données nationale sur la consommation d'énergie* de Ressources Naturelles Canada (RNCAN). Cette base de données forme un panel composé de 10 provinces sur une période de 15 années.

---

<sup>3</sup> Voir La stratégie énergétique du Québec 2006-2015 (2006), p. 48.

Les résultats que nous obtenons sont assez conformes à l'ensemble de la littérature recensée.<sup>4</sup> Selon nos estimations, une augmentation de 10 % du prix de l'essence provoque une diminution de l'usage de l'ordre de 0,8 % à 1,6 % à court terme et de 1,9 % à 2,4 % à long terme. Le prix de l'essence n'influence pas significativement le nombre de véhicules mais affecte négativement le taux de consommation moyen de carburant de 0,3 % à 0,4 % à court terme et de 0,6 % à 1,2 % à long terme. La croissance économique agit positivement sur l'usage et la possession des VL mais n'a pas d'impact discernable sur le taux de consommation moyen de carburant. Ainsi par exemple, une hausse de 10 % du revenu augmente la distance parcourue de 1,5 % à 2,6 % à court terme et de 2,9 % à 4 % à long terme. L'impact est supérieur sur le nombre de véhicules avec un effet allant jusqu'à 3,5 % à court terme et 4,1 % à long terme. Enfin, une amélioration du taux de consommation moyen génère un effet rebond compris entre 8 % et 16 % à court terme et entre 19 % et 24 % à long terme. Dans l'optique de développer des instruments d'intervention, nos résultats suggèrent que :

- Une éventuelle taxe sur le carburant devra être très élevée afin de réduire significativement la consommation de carburant des VL.
- L'effet de la croissance économique est assez important pour réduire substantiellement les gains obtenus par une mesure visant à réduire la demande de carburant des VL.
- L'effet rebond au Canada est non négligeable et doit être pris en considération lors du calcul des bénéfices reliés à l'amélioration de l'efficacité énergétique des VL.

La suite de ce mémoire se divise en quatre parties. Le premier chapitre revoie l'ensemble de la littérature concernant les modèles agrégés de la consommation de carburant. Au deuxième chapitre, nous présentons la modélisation et décrivons les données que nous utilisons. Dans le troisième chapitre, nous détaillons les résultats d'estimation et l'interprétation qui en découle. Finalement, nous concluons avec un rappel des principaux résultats et un survol des limites de l'analyse.

---

<sup>4</sup> Il est à noter que les échelles de valeurs obtenues pour les paramètres clés proviennent de différentes procédures d'estimation.

# Chapitre I

## Revue de la littérature

Les études recensées sur la demande de carburant des véhicules légers et sur ses déterminants sont très abondantes. Ce survol de la littérature a comme objectif d'orienter nos recherches en mettant en évidence les éléments centraux des travaux pertinents. La première section présente les principales approches méthodologiques reliées à l'analyse empirique de la consommation de carburant des VL. Elles se distinguent suivant le niveau d'agrégation, l'identité de base, le type de données ainsi que la forme des équations estimées. Dans la deuxième section, nous revoyons plus en détail quatre études qui nous servent de point de départ pour notre modélisation. Nous examinons particulièrement les variables explicatives incluses et les problèmes économétriques rencontrés par les auteurs. Dans la troisième section, nous discutons de d'autres facteurs explicatifs qui apparaissent dans certaines études. La quatrième section résume les quelques références qui s'intéressent à l'estimation de la demande de carburant au Canada. Enfin, dans la dernière section, nous synthétisons les principaux résultats obtenus dans la littérature concernant les élasticités prix et revenu de la quantité d'essence consommée, du nombre de kilomètres parcourus, du taux de consommation moyen de carburant et du nombre de VL. Cette synthèse nous sera utile pour valider et comparer nos propres résultats.

### 1.1 Approches méthodologiques

On peut distinguer deux grandes approches dans la littérature empirique de la demande de carburant des VL. Une première catégorie d'articles s'intéresse à l'impact des déterminants de la consommation de carburant au niveau des individus ou des ménages. Ces études de type désagrégé permettent d'expliquer l'usage, la possession et l'efficacité énergétique des VL à partir d'un ensemble de caractéristiques socio-économiques des ménages et des attributs de leur parc de

véhicules.<sup>5</sup> Les résultats sont ainsi généralement très riches mais malheureusement des données désagrégées ne sont pas toujours disponibles. Cette approche aboutit également souvent à des estimations qui sont très variables d'une étude à l'autre. De plus, les études désagrégées utilisent fréquemment des données de coupe transversale pour lesquelles il y a peu de variabilité dans les prix du carburant ce qui rend particulièrement difficile l'estimation précise des élasticités prix. La seconde approche consiste donc à utiliser des données agrégées au niveau d'un pays ou d'une région. Puisque notre travail adopte cette approche, notre revue de la littérature va se concentrer sur des recherches qui utilisent ce type de données. À un niveau agrégé, la consommation totale de carburant des VL ( $Q$ ) est le produit du nombre de kilomètres parcourus ( $KM$ ) par véhicule, du nombre de véhicules ( $S$ ) et du taux de consommation moyen de carburant de l'ensemble des VL ( $TCM$ ). On a donc l'identité suivante :

$$Q = \frac{KM}{S} * S * TCM \quad (1.1)$$

Noter que certains chercheurs adoptent une factorisation un peu différente mais très proche de (1.1). Par exemple, le terme  $S$  peut être supprimé afin de faire abstraction du stock de véhicules ou l'identité peut être convertie en terme de « par capita » (ou par adulte) :<sup>6</sup>

$$\frac{Q}{pop} = \frac{KM}{pop} * TCM \quad (1.2)$$

avec  $pop$  pour la population de référence. Lorsque l'on compare les résultats de différentes études, il est important de tenir compte de ces différences. Ainsi par exemple, certaines variables dont notamment  $S$  peuvent affecter négativement la distance parcourue par véhicule mais positivement la distance totale parcourue.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Par exemple, Mannering et Winston (1985), Pickrell et Schimek (1999) ainsi que Puller et Greening (1999) pour les États-Unis. Berkowitz et al. (1990), Yatchew et No (2001) et Nicol (2003) pour le Canada.

<sup>6</sup> Par exemple, Gatley (1990) supprime le stock de véhicules dans son identité alors que Small et Van Dender (2006) utilisent une identité sans  $S$  et en terme de « par adulte ».

<sup>7</sup> Par exemple,  $S$  affecte négativement la distance parcourue par véhicule dans le modèle de Johansson et Schipper (1997) mais positivement la distance totale parcourue dans le modèle de Mayo et Mathis (1988).

Les différents types de données utilisées sont également une source de différenciation entre les études. On peut distinguer :

- Les données provenant d'une coupe transversale qui consistent en un ensemble d'observations collectées à partir de diverses régions à un point précis dans le temps. Les variations ne proviennent donc pas de l'aspect temporel mais plutôt des différences entre les régions.<sup>8</sup>
- Les données chronologiques qui proviennent d'observations tirées d'un pays, état ou province et qui varient dans le temps.<sup>9</sup>
- Les données « panel » qui sont constituées de différents pays, états ou régions observées pendant plusieurs périodes. Ces données sont donc plus riches puisqu'elles incluent deux sources de variabilité.

Le niveau d'agrégation, l'identité et le type de données ne sont pas les seuls éléments qui distinguent les études entre elles. Le type de modèle estimé est aussi très important. Les études plus anciennes font généralement l'hypothèse que toutes les variables explicatives qui permettent d'expliquer les déterminants de  $Q$  sont exogènes.<sup>10</sup> Or, il est de mieux en mieux établi que cette hypothèse est très restrictive pour des facteurs comme le nombre de véhicules ou le taux de consommation moyen de carburant qui dépendent de l'usage. Dans ce contexte, il est préférable de modéliser simultanément ces variables dans un système d'équations.<sup>11</sup>

## **1.2 Modélisation de la demande de carburant des véhicules légers**

Cette section décrit quatre études qui sont particulièrement pertinentes pour notre recherche. Nous présentons à l'annexe 1 un tableau synthèse des autres références que nous avons revues mais que nous ne détaillons pas ici. Pour chacun des articles retenus, nous exposons l'objectif de recherche, le type de données, l'identité qui est utilisée pour factoriser la consommation de carburant, les principaux résultats des estimations et quelques conclusions. De

---

<sup>8</sup> Voir Wheaton (1982).

<sup>9</sup> Voir Mayo et Mathis (1988), Choo (2004), Choo et Mokhtarian (2005).

<sup>10</sup> Voir Greene (1992), Hansen et Huang (1997) et Fulton et al. (2000)

<sup>11</sup> Voir Small et Van Dender (2006).

plus, certains problèmes de nature économétrique sont également discutés. Les modèles sont classés en ordre chronologique et le nom des variables est standardisé.

L'objectif principal de Greene (1992) est d'évaluer l'ampleur de l'effet rebond c'est-à-dire l'accroissement de l'usage provoqué par une baisse du coût du carburant par kilomètre parcouru qui elle-même résulte d'une amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules. Il peut être mesuré par l'élasticité ( $\eta$ ) de l'usage par rapport au coût d'opération par kilomètre<sup>12</sup> ( $p\_esskm$ ) qui est le produit du prix du carburant à la pompe et de  $TCM$ . L'élasticité de la demande de carburant par rapport au taux de consommation moyen de carburant ( $\eta_{Q, TCM}$ ) est ainsi affectée par l'effet rebond ( $\eta_{KM, p\_esskm}$ ) de la manière suivante :  $\eta_{Q, TCM} = -(1 + \eta_{KM, p\_esskm})$ . Connaître la magnitude de cet effet est bien entendu important puisqu'il détermine l'impact des politiques publiques qui visent à améliorer l'efficacité énergétique des VL. En effet, une politique qui améliore de 10 % l'efficacité de la flotte mais qui par le fait même stimule l'usage de 2 % ne réduit la consommation de carburant que de 8 %. Greene dispose de données de type temporel qui couvrent annuellement la période 1966 à 1989 pour les États-Unis. Bien que sa spécification se base sur l'identité (1.1) où  $S$  a été éliminé, son modèle s'intéresse particulièrement au kilométrage. Il traite toutes les variables explicatives comme exogènes. La forme fonctionnelle retenue est de type log-log c'est-à-dire que toutes les variables sont exprimées par leur logarithme naturel. Les résultats des estimations apparaissent au tableau 1.1 pour quatre spécifications différentes.

$$KM_t = f(KM_{t-1}, p\_esskm_t, pnb_t, nconduc_t) \quad (1.3)$$

où :

KM :	Distance totale parcourue
p_esskm :	Prix en essence par kilomètre
pnb :	Produit national brut (PNB)
nconduc :	Nombre de conducteurs

---

<sup>12</sup> Par souci d'uniformité, nous avons remplacé la mesure de distance « mille » par « kilomètre » dans les quatre études revues.

**Tableau 1.1 : Estimation de la distance totale parcourue  
selon Greene (1992)**

Variable	Dynamique MCO	Statique MCO	Dynamique MCO AR(1)	Statique MCO AR(1)
$KM_{t-1}$	0,643** (0,147)		0,105 (0,174)	
$p\_esskm$	-0,116** (0,027)	-0,134** (0,036)	-0,133** (0,03)	-0,134** (0,029)
$pnb$	-0,071 (0,142)	0,254* (0,167)	0,386** (0,167)	0,463** (0,116)
$nconduc$	0,534** (0,18)	1,066** (0,184)	0,679** (0,19)	0,715** (0,16)
**statistiquement significatif à 5 %; *statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.				

Le nombre de kilomètres parcourus par l'ensemble des VL est expliqué par un modèle dynamique lorsque la variable dépendante retardée ( $KM_{t-1}$ ) est incluse afin de tenir compte de l'inertie dans les décisions d'usage (i.e. les habitudes de déplacement des individus ne s'ajustent que progressivement). L'auteur utilise un estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO) pour toutes ses estimations et ne tient pas compte de l'autocorrélation dans ses deux premières spécifications. Ainsi,  $p\_esskm$  affecte négativement la distance parcourue. Pour sa part,  $pnb$  a un coefficient positif et significatif seulement dans le cas statique alors que  $nconduc$  influence positivement l'usage dans les deux premiers modèles. Ce dernier contrôle pour les changements démographiques avec une ampleur relativement élevée particulièrement dans le cas où  $KM_{t-1}$  est exclue. Greene n'inclut pas de variable reliée au stock de véhicules comme variable explicative car ce déterminant est fortement corrélé avec  $nconduc$ .

Sur le plan économétrique, Greene aborde certains problèmes. Les deux premières spécifications du tableau 1.1 démontrent que  $pnb$  devient non significatif lorsque  $KM_{t-1}$  est introduit. Ce résultat est surprenant puisque le revenu est généralement considéré comme un déterminant clé de l'usage. Il semble provenir d'une mauvaise spécification du modèle et notamment de l'hypothèse concernant le terme d'erreur. En effet, l'hypothèse d'absence d'autocorrélation est rejetée et Greene estime un coefficient de corrélation entre les erreurs de la période présente et passée de 0,74. Les deux dernières spécifications du tableau 1.1 présentent les

modèles où un processus d'erreur de type AR (1) est appliqué.<sup>13</sup> Les coefficients estimés ont les mêmes signes qu'auparavant à l'exception du déterminant relié au PNB dans l'équation dynamique qui est maintenant positif. De plus, avec un processus AR (1),  $KM_{t-1}$  n'est plus significativement différent de zéro ce qui favorise le modèle statique. La principale conclusion de cette étude est qu'à court terme, la distance totale parcourue est relativement peu sensible aux changements dans la variable  $p\_esskm$  et donc dans l'efficacité énergétique moyenne du parc automobile. L'effet rebond est estimé se situer entre 5 % et 15 % autant à court terme qu'à long terme car le modèle final est statique, c'est-à-dire qu'il n'inclut pas d'inertie dans la décision d'usage.

Contrairement à Greene (1992), Haughton et Sarkar (1996) relâchent l'hypothèse d'exogénéité de certaines variables explicatives. Ils tentent de déterminer, à l'aide d'un système d'équations, l'effet d'une hausse du prix de l'essence sur l'usage et le taux de consommation moyen d'essence aux États-Unis. Ils utilisent un panel de 50 états couvrant la période 1970 à 1991. Les auteurs factorisent la consommation d'essence ( $Q$ ) comme le produit de la distance parcourue par conducteur ( $KM/nconduc$ ), du taux de consommation moyen d'essence des VL ( $TCM$ ), de la proportion de conducteurs parmi la population adulte ( $nconduc/adul$ ) ainsi que de la population adulte ( $adul$ ).

$$Q = \frac{KM}{nconduc} * TCM * \frac{nconduc}{adul} * adul \quad (1.4)$$

Les deux derniers termes sont considérés comme exogènes ce qui leur permet de construire un système de deux équations à partir de cette identité. La forme fonctionnelle établit une relation de type log-log entre les variables dans les deux cas. Les tableaux 1.2 et 1.3 résument les résultats d'estimation respectivement de  $KM/nconduc$  et de  $TCM$  selon différentes techniques.

---

<sup>13</sup> Les erreurs de ces modèles sont de la forme  $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + \delta_t$ .

$$\frac{KM}{nconduc}_{it} = f \left[ \left( \frac{KM}{nconduc} \right)_{it-1}, p\_esskm_{it}, \frac{rev}{pop}_{it}, \frac{nconduc}{route}_{it}, \frac{nconduc}{adul}_{it}, d74 - d79_{it}, \alpha_i \right] \quad (1.5)$$

$$TCM_{it} = g \left[ (TCM)_{it-1}, p\_ess_{it}, p\_esskmmax_{it}, \frac{rev}{pop}_{it}, \frac{nconduc}{route}_{it}, cafe_{it}, \alpha_i \right] \quad (1.6)$$

où :

KM/conduc :	Nombre de kilomètres parcourus par conducteur	d74-d79 :	Variables binaires reliées aux crises pétrolières des années 74 et 79
TCM :	Taux de consommation moyen d'essence	p_ess :	Prix de l'essence à la pompe
rev/pop :	Revenu personnel par capita	p_esskmmax :	Prix maximum historique de l'essence par kilomètre
nconduc/route :	Nombre de conducteurs par kilomètre de route	cafe :	Variable reliée au standard d'efficacité américain CAFE
nconduc/adul :	Nombre de conducteurs par adulte	$\alpha_i$ :	Variable indicatrice captant l'effet régional pour chaque région i

**Tableau 1.2 : Estimation de la distance parcourue par conducteur selon Haughton et Sarkar (1996)**

Variable	Effets fixes	Effets fixes 2MCO	Effets fixes 2MCO AR(1)
(KM/nconduc) <sub>t-1</sub>	0,559** (0,02)	0,583** (0,023)	0,308** (0,048)
p_esskm	-0,113** (0,006)	-0,093** (0,008)	-0,156** (0,013)
rev/pop	0,23** (0,019)	0,243** (0,021)	0,306** (0,031)
nconduc/route	-0,492** (0,03)	-0,483** (0,032)	-0,642** (0,049)
nconduc/adul	-0,06** (0,013)	-0,06** (0,013)	-0,063** (0,017)
d74	-0,035** (0,005)	-0,037** (0,006)	-0,028** (0,007)
d79	-0,014** (0,006)	-0,02** (0,006)	0,001 (0,005)

\*\*statistiquement significatif à 5 %; \*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

**Tableau 1.3 : Estimation du taux de consommation moyen de carburant selon Haughton et Sarkar (1996)**

Variable	Constante commune MCO	Effets fixes	Constante commune MCO AR(1)
TCM <sub>t-1</sub>	0,863** (0,019)	0,781** (0,023)	0,664** (0,058)
p_ess	-0,026** (0,01)		
p_esskmmax	-0,049** (0,026)	-0,133** (0,016)	-0,17** (0,022)
rev/pop	-0,032** (0,011)	-0,064** (0,024)	-0,093** (0,021)
nconduc/route	-0,006** (0,002)	0,003 (0,015)	-0,008** (0,002)
CAFE	-0,038** (0,02)		

\*\*statistiquement significatif à 5 %; \*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

Pour l'estimation de  $KM/nconduc$ , un test F de Fisher démontre que le modèle avec effets fixes est préférable à celui impliquant une constante commune (« pooled data »).<sup>14</sup> La variabilité entre les régions est donc importante. Au tableau 1.2, les résultats obtenus à partir du modèle avec effets fixes servent de point de départ aux auteurs. Les deux autres techniques présentées corrigent pour certains problèmes économétriques. À l'opposé de Greene (1992), la variable dépendante retardée ( $(KM/nconduc)_{t-1}$ ) est statistiquement significative et ne semble pas compromettre directement le coefficient relié au revenu. L'impact du prix en essence par kilomètre est semblable à l'étude précédente mais celui de  $rev/pop$  y est généralement inférieur. Noter que la variable  $p\_esskm$  est un terme endogène puisqu'elle dépend de  $TCM$ . Haughton et Sarkar incluent un nouveau déterminant qui tient compte de la densité du réseau routier. Il s'agit du nombre de conducteurs par kilomètre de route qui influence négativement  $KM/nconduc$  avec un coefficient oscillant entre -0,64 et -0,48. Ainsi par exemple, la congestion du système routier favorise le choix d'un moyen de transport alternatif. Au contraire, si l'offre du réseau routier est relativement élevée, le coût en temps des déplacements est faible ce qui incite à un usage plus intensif. La variable dépendante réagit négativement aux variables  $nconduc/adul$ ,  $d74$  et  $d79$ . Davantage de conducteurs ainsi qu'une augmentation substantielle des coûts d'utilisation et de l'inflation font effectivement diminuer le ratio  $KM/nconduc$ .

Au tableau 1.3, les résultats d'estimation de  $TCM$  suggèrent que les variations entre les régions ne sont pas statistiquement différentes de zéro et que le modèle avec constante commune est priorisé. Le taux de consommation moyen d'essence de l'ensemble des VL dépend tout d'abord positivement de  $TCM_{t-1}$ . Ensuite, le déterminant  $p\_ess$  contribue négativement à  $TCM$ . En effet, une hausse des coûts d'utilisation liée à un prix de l'essence plus élevé contribue intuitivement au choix d'un véhicule plus efficace par les consommateurs. Le taux de consommation moyen d'essence est aussi négativement sensible au sommet historique qu'a atteint le prix en essence par kilomètre. Au niveau du revenu, deux forces s'opposent. D'une part, un revenu plus grand favorise le rajeunissement du parc automobile et permet d'accéder à des technologies coûteuses qui sont plus efficaces.<sup>15</sup> D'autre part, une augmentation de revenu

---

<sup>14</sup> Contrairement au modèle avec constante commune (pooled), dans un modèle avec effets fixes on autorise la constante de la régression à varier suivant l'état. En d'autres termes, on inclut une variable dichotomique par état.

<sup>15</sup> Par exemple, l'achat d'une voiture hybride relativement dispendieuse fait diminuer le  $TCM$ .

implique que les acheteurs sont moins affectés financièrement par les coûts plus élevés qu'entraînent le choix et l'utilisation des véhicules énergétivores souvent caractérisés par un confort et une performance accrue. Puisque  $rev/pop$  a un coefficient négatif, le premier argument semble dominer. Le facteur  $nconduc/route$  a, quant à lui, un impact négatif très faible sur  $TCM$ . Ce résultat signifie que vivre dans une région congestionnée incite légèrement les individus à choisir des véhicules plus efficaces. Finalement, la variable  $cafe$  est négative puisqu'elle contrôle pour le Corporate Average Fuel Economy (CAFE). Le CAFE est un standard d'efficacité moyenne en matière de consommation de carburant pour les nouveaux véhicules fabriqués par l'industrie automobile américaine (mesuré en miles par gallon). Il a pour objectif de réduire la consommation d'énergie des VL grâce à l'amélioration de leur  $TCM$ . Chaque fabricant doit donc rencontrer annuellement des standards différents qui s'appliquent séparément aux voitures et aux camions légers construits sous peine d'amendes.

D'un point de vue technique, Haughton et Sarkar font face à des difficultés qui peuvent avoir comme conséquence des résultats biaisés. Les remarques suivantes résument les principaux obstacles identifiés :

- L'utilisation d'une équation dynamique avec des données panel engendre une corrélation entre la variable dépendante retardée et le terme d'erreur. Une estimation par variable instrumentale (2MCO), où les instruments sont toutes les variables exogènes et prédéterminées du modèle, est alors utilisée.
- L'équation (1.6) présente un problème de multicollinéarité car la corrélation entre le log des variables  $cafe$  et  $p\_esskmmmax$  s'élève à 0,83.
- L'hypothèse d'absence d'autocorrélation des termes d'erreur est rejetée et une procédure suggérée par Hatanaka<sup>16</sup> est introduite comme correction.

Ils estiment en conclusion que les élasticités de  $KM/nconduc$  et de  $TCM$  par rapport au prix de l'essence varient respectivement de -0,09 à -0,05 et de -0,1 à -0,07 à court terme. À long terme, elles se situent entre -0,12 et -0,11 pour l'usage et entre -0,2 et -0,15 pour  $TCM$ .

---

<sup>16</sup> Pour un résumé des étapes, voir Haughton et Sarkar (1996).

Johansson et Schipper (1997) examinent l'impact de certaines alternatives, telles la réduction du nombre d'automobiles et de la distance moyenne qu'elles parcourent, afin de lutter contre les émissions de GES liées au secteur des transports. Ils ont recours à des données panel pour 12 pays de l'OCDE de 1973 à 1992. Puisque les émissions de CO<sub>2</sub> sont approximativement proportionnelles à l'usage des carburants fossiles, ils tentent d'expliquer la consommation de carburant des VL. Ils décomposent la demande de carburant par capita ( $Q/pop$ ) comme le résultat de la distance parcourue par véhicule ( $KM/S$ ) multipliée par le nombre d'automobiles par capita ( $S/pop$ ) et par le taux de consommation moyen de carburant de la flotte de VL ( $TCM$ ). Sur base de cette identité, les auteurs construisent un système d'équations récursif à trois équations.<sup>17</sup> La forme fonctionnelle retenue est de type log-log excepté pour les variables reliées au taux de taxation appliqué à la possession d'un véhicule ( $taxe$ ) et à la densité de la population ( $dens\_pop$ ) où la relation est semi-logarithmique.<sup>18</sup> Les principaux résultats d'estimation sont présentés aux tableaux 1.4 à 1.6.

$$\frac{Q}{pop} = \frac{KM}{S} * \frac{S}{pop} * TCM \quad (1.7)$$

$$\frac{KM}{S}_{it} = f \left[ \left( \frac{KM}{S} \right)_{it-1}, p\_esskm_{it}, pib_{it}, taxe_{it}, dens\_pop_{it}, \frac{S}{pop}_{it}, \alpha_i \right] \quad (1.8)$$

$$\frac{S}{pop}_{it} = g \left[ \left( \frac{S}{pop} \right)_{it-1}, p\_ess_{it}, pib_{it}, taxe_{it}, dens\_pop_{it}, \alpha_i \right] \quad (1.9)$$

$$TCM_{it} = h(TCM_{it-1}, p\_ess_{it}, pib_{it}, taxe_{it}, dens\_pop_{it}, \alpha_i) \quad (1.10)$$

où :

KM/S :	Distance moyenne parcourue par véhicule	taxe :	Taxes reliées à la possession d'un véhicule excluant celle sur l'essence
S/pop :	Stock de véhicules par capita	dens_pop :	Densité de la population
pib :	Produit intérieur brut (PIB)		

<sup>17</sup> Ce système permet de décomposer pour une période donnée la variation de la demande d'essence suite, par exemple, à une augmentation du prix de l'essence en trois éléments à savoir l'effet sur la distance parcourue par véhicule, le stock de véhicules et le taux de consommation moyen de carburant.

<sup>18</sup> La variable dépendante est sous forme logarithmique alors que  $taxe$  et  $dens\_pop$  ne le sont pas.

**Tableau 1.4 : Estimation de la distance moyenne parcourue par véhicule selon Johansson et Schipper (1997)**

Variable	MCG	Effets fixes	Effets fixes 2MCO
(KM/S) <sub>t-1</sub>	0,89** (0,024)	0,7** (0,041)	0,32** (0,152)
p_esskm	-0,061** (0,012)	-0,066** (0,012)	-0,12** (0,018)
pib	0,005 (0,05)	0,041 (0,041)	0,17** (0,068)
taxe	0,002 (0,005)		
dens_pop	-0,039 (0,033)		
S/pop	-0,006 (0,02)	-0,018 (0,036)	-0,16** (0,052)

\*\*statistiquement significatif à 5 %;  
\*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

**Tableau 1.5 : Estimation du nombre de véhicules par capita selon Johansson et Schipper (1997)**

Variable	MCG	Effets fixes	Effets fixes 2MCO
(S/pop) <sub>t-1</sub>	0,89** (0,015)	0,88** (0,018)	0,73** (0,045)
p_ess	-0,02** (0,008)	-0,021** (0,008)	-0,018** (0,009)
pib	0,083** (0,022)	0,092** (0,024)	0,26** (0,055)
taxe	-0,009** (0,005)		
dens_pop	-0,047* (0,031)		

\*\*statistiquement significatif à 5 %; \*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

**Tableau 1.6 : Estimation du taux de consommation moyen de carburant selon Johansson et Schipper (1997)**

Variable	Constante commune MCO	MCG	Effets fixes
TCM <sub>t-1</sub>		0,95** (0,015)	0,92** (0,025)
p_ess	-0,38** (0,024)	-0,015** (0,007)	-0,011* (0,008)
pib	-0,25** (0,047)	-0,03** (0,01)	-0,037** (0,012)
taxe	-0,12** (0,009)	-0,006** (0,003)	
dens_pop	-0,22** (0,054)	-0,014 (0,016)	

\*\*statistiquement significatif à 5 %; \*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

Chacune des équations admet la présence d'inertie par le biais des variables dépendantes retardées respectives. Lorsque l'estimation utilise des effets fixes, les variables *taxe* et *dens\_pop* sont exclues puisque les effets fixes captent l'information qu'elles apportent. Le prix en carburant par kilomètre est significatif et influence négativement *KM/S*. Le déterminant *pib* est pour sa part positif mais statistiquement différent de zéro uniquement dans la spécification utilisant les 2MCO

comme estimateur. Lors de l'estimation par effets aléatoires (MCG), *dens\_pop* a un coefficient négatif car les régions peuplées ont davantage d'alternatives au transport par automobile. De plus, les distances moyennes à parcourir sont également plus courtes en raison de la concentration des services dans les zones à forte densité démographique. Puisqu'ils tentent d'expliquer la distance parcourue par véhicule, une augmentation de *S/pop* affecte cette dernière négativement. Noter que les variables *p\_ess*, *pib*, *taxe* et *dens\_pop* influencent la distance parcourue par véhicule directement par l'équation (1.8) et indirectement via les équations (1.9) et (1.10).

Les deux variables endogènes dans l'équation (1.8) sont le stock de véhicules par capita et le taux de consommation moyen de carburant. Bien que la variable *p\_ess* ait un coefficient négatif dans les deux équations, ce n'est pas le cas pour *pib*. Un revenu plus élevé favorise substantiellement l'expansion de *S/pop* alors qu'il réduit *TCM*. Dans ce dernier cas, l'augmentation du revenu est donc consacrée à une substitution technologique plus efficace et à un rajeunissement du parc automobile. Les facteurs *taxe* et *dens\_pop* sont quant à eux négatifs à la fois dans l'équation (1.9) et (1.10).

Le recours à un système d'équations récursif permet d'éviter certains problèmes techniques. La distance parcourue par véhicule est estimée en fonction de *S/pop*, de *p\_esskm* et de d'autres déterminants exogènes. Toutefois, les équations (1.9) et (1.10) ne dépendent pas de *KM/S* ce qui simplifie considérablement l'analyse économétrique. Cette structure permet d'effectuer des estimations valables sans recourir à des méthodes d'estimation associées aux équations simultanées. Par contre, la corrélation entre les variables dépendantes retardées et les termes d'erreur de chaque équation nécessite toujours une instrumentation (2MCO). Les instruments utilisés sont les facteurs exogènes de la période présente, ceux de la période passée ainsi que les variables dépendantes reculées de deux périodes. Cela semble avoir pour conséquence une diminution de la valeur du coefficient de  $KM_{t-1}$ . Soulignons également que des trois équations, celle de *KM/S* est la plus dure à estimer en raison du nombre élevé de variables explicatives potentielles et de plusieurs corrélations possibles entre celles-ci. Johansson et Schipper concluent à partir des élasticités qu'il vaut mieux taxer directement le carburant plutôt que la possession d'un véhicule afin de réduire la consommation de carburant. Toutefois, pour

tenir compte de certaines externalités comme la congestion et le bruit, une taxe directe sur la distance parcourue pourrait être plus appropriée.<sup>19</sup>

Plus récemment, Small et VanDender (2007) estiment l'effet rebond associé à l'amélioration de l'efficacité énergétique des VL sur la distance qu'ils parcourent aux États-Unis. Ils disposent de données panel couvrant 50 états de 1966 à 2001. Les auteurs construisent leur modèle à partir de l'identité (1.2) à l'exception qu'ils remplacent la population par le nombre d'adultes. Reconnaisant que la distance parcourue, le stock de véhicules et le taux moyen de consommation de carburant dépendent les uns des autres, ils estiment un système d'équations simultanées. Le modèle est de type log-log pour toutes les variables à l'exception de *urb* et *railpop* où une forme fonctionnelle semi-log est choisie. Les tableaux 1.7 à 1.9 présentent les résultats.

$$\frac{KM}{adul}_{it} = f \left[ \left( \frac{KM}{adul} \right)_{it-1}, \frac{S}{adul}_{it}, p\_esskm_{it}, \frac{pib}{pop}_{it}, \frac{adul}{route}_{it}, \frac{pop}{adul}_{it}, urb_{it}, railpop_{it}, a_{it}, b_{it}, d74-79_{it}, \alpha_i, t \right] \quad (1.11)$$

$$\text{où } a_{it} = \left( p\_esskm_{it} * \frac{pib}{pop}_{it} \right) \text{ et } b_{it} = (p\_esskm_{it} * urb_{it})$$

$$\frac{S}{adul}_{it} = g \left[ \left( \frac{S}{adul} \right)_{it-1}, \frac{KM}{adul}_{it}, p\_esskm_{it}, p\_veh_{it}, \frac{pib}{pop}_{it}, \frac{adul}{route}_{it}, r_{it}, \frac{nconduc}{adul}_{it}, \alpha_i, t \right] \quad (1.12)$$

$$TCM_{it} = h \left[ TCM_{it-1}, \left( \frac{KM}{adul}_{it}, p\_ess_{it} \right), \frac{pib}{pop}_{it}, \frac{pop}{adul}_{it}, urb_{it}, cafe_{it}, d74-79_{it}, \alpha_i, t66-73, 74-79, 80-01 \right] \quad (1.13)$$

où :

KM/adul :	Distance parcourue par adulte	urb:	Proportion de la population en milieu urbain
S/adul:	Nombre de véhicules par adulte	railpop:	Fraction de la population desservie par une ligne ferroviaire majeure de transport en commun
pib/pop:	PIB par capita	t, t66-73, t74-79 et t80-01	Tendance dans le temps et tendance dans le temps par période
adul/route:	Densité du réseau routier	p_veh:	Prix des véhicules neufs
pop/adul:	Population par adulte	r :	Taux d'intérêt sur les prêts automobiles

<sup>19</sup> Une taxe de type « pay-as-you-drive » est un exemple de taxe sur la distance parcourue. Le prix de la taxe est dans ce cas une fonction positive du nombre de kilomètres parcourus.

**Tableau 1.7 : Estimation de la distance parcourue par adulte selon Small et Van Dender (2007)**

Variable	Effets fixes	Effets fixes 3MCO
(KM/adul) <sub>t-1</sub>	0,742** (0,016)	0,791** (0,013)
S/adul	0,048** (0,013)	0,033** (0,011)
p_esskm	-0,085** (0,005)	-0,045** (0,005)
pib/pop	0,11** (0,016)	0,111** (0,014)
adul/route	-0,018** (0,007)	-0,02** (0,005)
pop/adul	0,024 (0,051)	0,149** (0,046)
urb	-0,051** (0,023)	-0,055** (0,02)
railpop	-0,0002 (0,009)	-0,006 (0,006)
a	0,077** (0,019)	0,058** (0,015)
b	0,016 (0,014)	0,026** (0,011)
d74-79	-0,037** (0,004)	-0,044** (0,004)
t	-0,0009** (0,0004)	0,0004 (0,0004)

\*\*statistiquement significatif à 5 %;  
\*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

**Tableau 1.8 : Estimation du nombre de véhicules par adulte selon Small et Van Dender (2007)**

Variable	Effets fixes	Effets fixes 3MCO
(S/adul) <sub>t-1</sub>	0,84** (0,015)	0,845** (0,015)
KM/adul	0,043** (0,015)	0,024 (0,016)
p_esskm	0,007 (0,007)	-0,0009 (0,007)
p_veh	-0,079** (0,039)	-0,084** (0,038)
pib/pop	0,033** (0,016)	0,039** (0,016)
adul/route	-0,021** (0,007)	-0,023** (0,007)
r	-0,018** (0,007)	-0,014** (0,007)
nconduc/adul	0,053** (0,02)	0,048** (0,019)
t	-0,001* (0,0008)	-0,002** (0,0008)

\*\*statistiquement significatif à 5 %;  
\*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

**Tableau 1.9 : Estimation du taux de consommation moyen de carburant selon Small et Van Dender (2006)**

Variable	Effets fixes	Effets fixes 3MCO	Variable	Effets fixes	Effets fixes 3MCO
TCM <sub>t-1</sub>	0,789** (0,016)	0,814** (0,014)	CAFE	-0,102** (0,014)	-0,101** (0,012)
KM/adul et p_ess	-0,093** (0,008)	-0,046** (0,007)	d74-79	-0,006 (0,005)	-0,011** (0,005)
pib/pop	0,008 (0,017)	0,003 (0,016)	t66-73	0,002 (0,001)	0,0006 (0,001)
pop/adul	0,061 (0,081)	-0,011 (0,069)	t74-79	0,0006 (0,001)	-0,002** (0,001)
urb	-0,153** (0,066)	-0,15** (0,052)	t80-01	-0,005** (0,0005)	-0,004** (0,0004)

\*\*statistiquement significatif à 5 %; \*statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

Fidèles à l'ensemble de la littérature, les variables explicatives du système ont les signes attendus et la variable dépendante retardée apparaît également à chaque équation. La variable  $pop/adul$  peut être interprétée comme le nombre d'enfants à charge par adulte. Ce taux de dépendance a un impact positif sur la distance parcourue car la responsabilité d'un enfant semble impliquer des déplacements supplémentaires. Les déterminants  $urb$  et  $railpop$  contribuent, quant à eux, négativement à la décision d'usage. En effet, en milieu urbain la distance moyenne des déplacements est relativement moindre et la présence d'alternatives comme le transport en commun ferroviaire agit comme substitut aux VL. Les variables définies comme  $a$  et  $b$  sont des interrelations entre le prix en carburant par kilomètre, le PIB par capita puis  $urb$ . Cette analyse permet d'étudier les relations entre l'effet rebond, le revenu et le niveau d'urbanisation d'une région.

Le stock de véhicules par adulte est fonction, entre autre, de la distance parcourue par adulte. Il s'agit d'un exemple de simultanéité. Small et Van Dender affirment qu'une hausse de  $KM/adul$  affecte positivement le nombre de véhicules détenus par chaque adulte et que  $S/adul$  agit en même temps sur la distance parcourue. Parallèlement, selon leurs estimations une augmentation de  $p_{veh}$  ou de  $r$  provoque une hausse des coûts d'acquisition et donc une baisse du niveau de possession. Pour sa part, la tendance dans le temps est légèrement négative. La dernière équation (1.13) explique le taux de consommation moyen de carburant et dépend à nouveau de  $KM/adul$  mais par le biais d'une relation négative. Donc, lorsque l'ensemble de la population effectue davantage de kilométrage, cela incite le choix de véhicules plus efficaces afin de faire diminuer le coût d'usage. Le revenu est légèrement positif mais non significatif tout comme la population par adulte. D'un autre côté, il semble que le fait de vivre en milieu urbain fasse diminuer  $TCM$ . Seules les tendances dans le temps pour les années 74-79 et 80-01 sont significatives et elles sont négatives.

À l'instar des études précédentes, Small et VanDender sont confrontés à certains défis économétriques lors de leurs estimations. Ils identifient notamment les complications ci-dessous :

- La variable dépendante reculée d'une période est corrélée avec le terme d'erreur puisqu'on est en présence de données panel.
- La simultanéité.

- L'hypothèse d'absence d'autocorrélation est rejetée.

Une estimation par variable instrumentale (3MCO) semblable à celle de Johansson et Schipper (1997) est utilisée. Néanmoins, ce n'est pas seulement les variables dépendantes retardées qui sont instrumentées mais aussi les variables endogènes impliquées dans une relation de simultanéité. Ils concluent que pour l'ensemble de l'échantillon, l'effet rebond moyen est estimé à environ 4,7 % à court terme et 22 % à long terme. De plus, ils parviennent à démontrer que l'effet rebond décline substantiellement avec le revenu ce qui implique qu'il est considérablement plus faible aujourd'hui.

### 1.3 Variables omises dans l'explication du nombre de kilomètres parcourus

Certaines variables d'intérêt non répertoriées jusqu'ici pour expliquer *KM* sont le sujet de plusieurs recherches. Des travaux américains tentent notamment de déterminer l'impact qu'a l'offre du réseau routier, mesurée en « lane-miles »<sup>20</sup>, sur la décision d'usage des véhicules. Cette variable permet de vérifier l'hypothèse de la demande induite de transport c'est-à-dire qu'une plus grande capacité routière provoque une hausse de taux de croissance de l'usage et non l'inverse. Hansen et Huang (1997) estiment, à l'aide de données panel pour la Californie, une élasticité de la distance parcourue sur les autoroutes d'état par rapport aux « lane-miles » d'environ 0,2 à court terme et entre 0,6 et 0,9 à long terme pour les régions urbaines. Dans le même sens, Noland (2001) confirme statistiquement l'hypothèse de la demande induite de transport. En utilisant un panel de 50 états américains de 1984 à 1996, il obtient qu'une augmentation de 10 % des « lane-miles » fait croître le nombre de kilomètres parcourus entre 3 % et 6 % à court terme et entre 7 % et 10 % à long terme. L'offre du réseau routier semble donc jouer un rôle de premier plan dans l'explication de *KM*, du moins aux États-Unis.

Au sein d'une société technologique, la télécommunication est un autre déterminant qui peut modifier l'usage des véhicules. Intuitivement, elle peut être considérée comme un substitut aux déplacements. L'étude américaine de Choo et Mokhtarian (2005) confirme cette hypothèse. Ils déterminent qu'une hausse de 10 % de la télécommunication, mesurée par le nombre de

---

<sup>20</sup> Il s'agit du nombre de miles de route en équivalent deux voies.

travailleurs pratiquant le télé-travail<sup>21</sup>, influence la distance parcourue d'au maximum -0,8 %. Cependant, Choo (2004) remet en doute cette conclusion en estimant l'effet inverse. Son travail démontre que les technologies modernes de télécommunication permettent de créer et conserver de meilleures relations entre les gens malgré la distance.<sup>22</sup> En effet, il en coûte de moins en moins cher pour effectuer des appels interurbains ou posséder un téléphone cellulaire. Les conducteurs de véhicules ont alors un incitatif supplémentaire à se déplacer pour rencontrer les nombreux contacts générés ou maintenus grâce à la présence de cette technologie relativement peu coûteuse. Selon ses estimations, une augmentation des activités de télécommunication affecte positivement *KM* avec une élasticité par rapport à la téléphonie locale et à la téléphonie payante respectivement de 0,33 et 0,8. Quelle soit substitut ou complémentaire à l'usage, la télécommunication paraît avoir un effet significatif variant entre -0,08 et 0,8 sur la distance parcourue par l'ensemble des VL.

#### 1.4 Études canadiennes

Au niveau canadien, il existe quelques études qui visent à estimer les élasticités prix et revenu de la demande de carburant ou de ses déterminants. La plupart de ces études sont cependant relativement anciennes. Baltagi et Griffin (1983) utilisent des données couvrant la période 1960-1978 pour 18 pays de l'OCDE incluant le Canada. Ils estiment un modèle agrégé de la consommation de carburant par véhicule en fonction de facteurs socio-économiques de base. À partir d'un modèle statique, ils obtiennent une élasticité-prix de la demande de carburant de -0,36 et une élasticité revenu de 0,39 pour le Canada. Gallani (1983) utilise des données au niveau des provinces canadiennes pour la période 1969-1979. Elle estime un système d'équations pour expliquer l'usage, le stock et l'efficacité énergétique moyenne des véhicules automobiles. Pour cette dernière variable, elle développe un modèle qui vise à expliquer l'efficacité énergétique et le niveau des ventes des nouveaux véhicules ainsi que la distribution des ventes par type d'automobile. À court terme, elle évalue l'élasticité de *KM* par rapport au prix du carburant entre

---

<sup>21</sup> Dans le cadre de cette étude, le télé-travail est défini comme l'activité de travailler à son domicile, ou à un endroit plus près de sa résidence que de son lieu de travail habituel, en utilisant les technologies de l'information et de communication afin de supporter la productivité et les communications.

<sup>22</sup> La télécommunication est mesurée par le nombre d'appels téléphoniques locaux, internationaux, payants et par le nombre d'abonnés à la téléphonie cellulaire.

-0,4 et -0,3. De plus, les ajustements de  $S$  et de l'efficacité énergétique seraient assez faibles à court terme. Sur un horizon de 10 ans, elle évalue l'élasticité-prix de la demande de carburant entre -0,9 et -0,7.

Eltony (1993) utilise une approche similaire à Gallini mais avec des données allant jusqu'à 1988. À court terme, la demande de kilométrage diminuerait de 2,1 % suite à une hausse du prix du carburant de 10 %. Contrairement à Gallani, les résultats d'Eltony suggèrent des ajustements à court terme non négligeables du stock et de l'efficacité des véhicules. Ceux-ci réduiraient de 1 % supplémentaire la consommation de carburant. À long terme, Eltony obtient une élasticité-prix de la consommation de carburant proche de -1. Récemment, Hoover et Burt (2007) évalue l'impact sur  $KM$  de la capacité du réseau routier au Canada. Ils combinent les données d'usage issues de l'*Enquête sur les véhicules au Canada* (EVC), l'*Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés* (ENUVeP) et l'*Enquête sur la consommation de carburant*. D'après leurs résultats, l'élasticité-prix à court terme du kilométrage par personne en âge de conduire serait d'environ -0,2 et à long terme de -0,23 alors que les élasticités-revenu de court et long terme seraient de 0,72 et 0,86 respectivement. L'usage serait aussi très dépendant du pourcentage de la population vivant en région urbaine et du nombre de véhicules par personne en âge de conduire. Par contre, la capacité routière n'aurait pas d'impact statistiquement significatif sur  $KM$ .

## 1.5 Élasticités obtenues dans la littérature

Un ordre de grandeur pour les élasticités de court et de long terme des principaux paramètres reliés à la modélisation de la consommation de carburant, de la distance parcourue, du stock de véhicules ainsi que du taux de consommation moyen de carburant apparaissent dans les tableaux 1.10 et 1.11. Une telle synthèse s'avèrera très utile lors de la validation et de l'interprétation de nos résultats au chapitre trois. À l'exception de  $TCM$ , les intervalles obtenus en rapport au revenu, au prix de l'essence à la pompe et au prix des véhicules de court ainsi que de long terme proviennent du papier de Goodwin, Dargay et Hanly (2004). Ces derniers ont effectué

une méta-analyse à partir de 175 estimations<sup>23</sup> tirées d'études agrégées et désagrégées afin de dégager les élasticités de plusieurs facteurs pertinents en économie des transports. Les résultats que nous présentons ont été générés à partir d'estimations dynamiques utilisant des données temporelles. Pour leur part, les intervalles affichés par rapport au prix du carburant par kilomètre, au stock de véhicules et aux variables dépendantes retardées découlent des quatre études préalablement exposées et des références de l'annexe 1.

**Tableau 1.10 : Intervalles des élasticités de court terme<sup>24</sup>**

Variable d'intérêt	Consommation de carburant	Distance parcourue	Stock de véhicules	Taux de cons. moyen de carburant
revenu	0,00 à 0,89 (0,39)	0,05 à 0,62 (0,30)	0,08 à 0,94 (0,32)	-0,27 à 0,008* (-0,08)
prix de l'essence à la pompe	-0,57 à -0,01 (-0,25)	-0,17 à -0,05 (-0,10)	-0,21 à -0,02 (-0,08)	-0,45 à -0,01* (-0,19)
prix en essence par km	n.d.	-0,47 à -0,05* (-0,15)	-0,13 à -0,001* (-0,05)	n.d.
prix des véhicules	-0,26 à 0,00 (-0,12)	-0,33 à 0,11 (-0,19)	-0,44 à -0,03 (-0,24)	n.d.
stock de véhicules	n.d.	0,03 à 0,67* (0,25)	n.d.	n.d.
variable dépendante retardée	n.d.	0,15 à 0,89* (0,56)	0,73 à 0,89* (0,83)	0,66 à 0,95* (0,82)
n.d. : non disponible ; * : non inclus dans la référence Goodwin et al. (2004) ; élasticité moyenne entre parenthèses.				

Les élasticités de court terme tirées de la littérature contemporaine ont toutes les signes anticipés. Les variations dans le revenu semblent avoir légèrement plus d'effet sur le nombre de véhicules que sur la distance qu'ils parcourent. À l'opposé, les changements dans le prix de l'essence ont une influence légèrement plus grande sur *KM* que sur *S*. Les élasticités des variables dépendantes retardées ont, quant à elles, toutes des valeurs relativement élevées ce qui confirme la forte inertie relevée par plusieurs auteurs. Du côté de *TCM*, les variations dans le revenu et le prix ont des répercussions négatives. Cela implique, entre autres, que l'augmentation du revenu est consacrée davantage à une substitution technologique plus efficace et au rajeunissement du parc automobile qu'à l'achat de véhicules de luxe énergétivores.

<sup>23</sup> Les équations de la section 1.2, à l'exception de celles de Small et Van Dender (2007), tout comme plusieurs des références mentionnées en annexe sont incluses dans cette étude.

<sup>24</sup> Pour la méthode de calcul générale des élasticités de court et long terme, voir section 3.4.

Plusieurs des études recensées utilisent des modèles dynamiques qui ont l'avantage de produire des estimations de long terme. Les chiffres qui apparaissent dans le tableau 1.11 proviennent exclusivement des calculs effectués par les auteurs.

**Tableau 1.11 : Intervalles des élasticités de long terme**

Variable d'intérêt	Consommation de carburant	Distance parcourue	Stock de véhicules	Taux moyen de cons. de carburant
revenu	0,27 à 1,71 (1,08)	0,12 à 1,47 (0,73)	0,28 à 1,62 (0,81)	-0,06 à 0,00* (0,00)
prix de l'essence à la pompe	-1,81 à 0,00 (-0,64)	-0,63 à -0,10 (-0,29)	-0,63 à -0,10 (-0,25)	-0,45 à -0,20* (-0,32)
prix en essence par km	-1,00 à -0,40* (-0,7)	-0,58 à -0,05* (-0,28)	-0,20 à 0,00* (-0,1)	n.d.
n.d. : non disponible ; * : non inclus dans la référence Goodwin et al. (2004) ; élasticité moyenne entre parenthèses.				

À long terme, le revenu affecte davantage le stock de véhicules que la décision d'usage. De plus, le prix en essence par kilomètre a également un impact plus faible sur *KM* et *S* que le prix de l'essence à la pompe. Notons tout de même que l'élasticité de long terme de *TCM* par rapport au revenu est très faible, voir même nulle, en raison peut-être des limites technologiques en matière d'efficacité énergétique qui, peu importe le revenu, ne peuvent pas être surpassées. Comparativement aux ordres de grandeurs du tableau 1.10, les élasticités de long terme sont néanmoins toujours supérieures en valeur absolue puisque les individus disposent davantage de flexibilité d'ajustement à long terme.

## Chapitre II

### Modélisation

Ce chapitre a pour but de présenter notre modèle. La première section expose le modèle général ainsi que les effets attendus des déterminants sur les variables dépendantes. Dans la deuxième section, nous décrivons les données dont nous disposons et nous discutons particulièrement de la fiabilité des données sur la distance parcourue. La section suivante précise la spécification et les principaux problèmes économétriques identifiés. La dernière section résume finalement quelques uns des aspects importants qui ressortent d'une analyse descriptive des données.

#### 2.1 Modèle général

Notre modélisation s'inspire de celle développée par Small et Van Dender (2007). L'approche retenue repose sur une factorisation de la consommation de carburant ( $Q$ ) en un produit du nombre de kilomètres parcourus par l'ensemble des VL ( $KM$ ) et de leur taux de consommation moyen de carburant ( $TCM$ ). Nous tenons également compte que l'usage dépend du stock de VL ( $S$ ). Ceci permet d'étudier conjointement l'évolution de ces trois composantes à l'intérieur d'un système d'équations simultanées. À l'instar de Small et Van Dender, nous exprimons cette identité en terme de personne âgée de 16 ans et plus ( $pop16$ ) c'est-à-dire les individus ayant atteint l'âge légal pour détenir un permis de conduire standard.<sup>25</sup> Le modèle prend la forme générale suivante :

$$\frac{Q}{pop16} = \frac{KM}{pop16} * TCM \quad (2.1)$$

---

<sup>25</sup> L'âge minimum légal pour détenir un permis de conduire de classe 5 est de 16 ans dans toutes les provinces canadiennes.

$$\frac{KM}{pop16}_t = f \left( \frac{KM}{pop16}_{t-1}, \frac{S}{pop16}_t, (p\_ess * TCM)_t, \frac{pib}{pop}_t, urb_t, t \right) \quad (2.2)$$

$$\frac{S}{pop16}_t = g \left( \frac{S}{pop16}_{t-1}, \frac{KM}{pop16}_t, (p\_ess * TCM)_t, \frac{pib}{pop}_t, p\_veh_t, urb_t, t \right) \quad (2.3)$$

$$TCM_t = h \left( TCM_{t-1}, \frac{KM}{pop16}_t, p\_ess_t, \frac{pib}{pop}_t, urb_t, t \right) \quad (2.4)$$

Chacune des variables dépendantes est tout d'abord expliquée par leur valeur respective de la période passée. L'inclusion de cet aspect dynamique devrait permettre de capter l'inertie relevée dans plusieurs études. D'autres déterminants apparaissent également dans les trois équations. C'est le cas notamment des variables reliées au prix de l'essence ( $p\_ess$ ), au produit intérieur brut (PIB) par capita ( $pib/pop$ ), à la proportion de la population habitant en milieu urbain ( $urb$ )<sup>26</sup> et à la tendance temporelle ( $t$ ). À l'intérieur des équations (2.2) et (2.3),  $p\_ess$  est plus précisément multiplié par  $TCM$  et mesure ainsi le coût en essence pour effectuer un kilomètre.<sup>27</sup> Un coût plus élevé devrait avoir intuitivement un impact négatif sur  $KM/pop16$  et  $S/pop16$ . Le prix des véhicules neufs ( $p\_veh$ ) apparaît aussi dans l'équation du nombre de véhicules par personne en âge de conduire comme seconde variable de prix et devrait également avoir un impact négatif. Le signe anticipé de  $pib/pop$  est positif dans les équations (2.2) et (2.3) car l'usage et la possession sont des biens normaux. Néanmoins, l'effet du revenu sur  $TCM$  demeure ambigu en raison des forces qui s'opposent. D'un côté, le revenu plus grand favorise le rajeunissement du parc automobile et par le fait même le choix de véhicules plus efficaces. D'un autre côté, une hausse du revenu rend plus accessible les véhicules énergétivores généralement caractérisés par un confort et une performance accrus. On s'attend enfin à ce que  $urb$  affecte négativement l'usage, la possession ainsi que  $TCM$  en raison de la proximité des services et de la présence d'alternatives au transport par véhicule, tel le transport en commun, en milieu urbain.

La structure du modèle soutient l'hypothèse que certaines décisions sont prises simultanément. En effet, l'ajout d'un véhicule supplémentaire engendre généralement une

<sup>26</sup> On considère une région urbaine lorsque le noyau urbanisé compte au moins 100 000 habitants.

<sup>27</sup> Ce qui est équivalent à la variable  $p\_esskm$  préalablement définie au chapitre 1.

augmentation de la demande de kilométrage ce qui explique la présence de  $S$  dans l'équation (2.2). En même temps, plus grande est la distance parcourue, plus forte est l'incitation à détenir davantage de véhicules d'où l'inclusion de  $KM$  à l'équation (2.3). Dans le même sens, les changements dans le taux de consommation moyen de carburant influencent la distance parcourue ( $TCM$  dans l'équation (2.2)) qui elle-même joue un rôle dans le choix d'un véhicule plus efficace ( $KM$  dans l'équation (2.4)). Ainsi par exemple, un conducteur qui parcourt annuellement beaucoup de kilomètres a avantage à se procurer un véhicule qui consomme relativement peu d'essence afin de réduire le coût de ses déplacements. Cette réduction du coût de conduire influence à son tour positivement sa décision d'usage.

## 2.2 Sources des données

Notre source principale est la *Base de données nationale sur la consommation d'énergie* produite par la division de l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources Naturelles Canada (RNCCan). Elle comprend des renseignements sur le secteur des transports dont notamment la distance parcourue, le nombre de véhicules et le taux de consommation moyen de carburant de l'ensemble des véhicules. Les données sont de type panel puisqu'elles couvrent chaque province pendant la période 1990 à 2004. Les 10 provinces sont représentées et les Territoires sont regroupés avec la Colombie-Britannique.<sup>28</sup> Bien que plusieurs types de véhicules se retrouvent dans cette base de données, nous considérons seulement les VL. RNCCan distingue trois catégories de véhicules dans cette classe:

- Les petites voitures qui comprennent toutes les automobiles accusant un poids nominal brut inférieur à 1 181 kilogrammes.<sup>29</sup>
- Les grosses voitures qui incluent toutes les automobiles ayant un poids nominal brut de 1 181 kilogrammes et plus.
- Les camions légers dédiés au transport de voyageurs dont le poids nominal brut ne dépasse pas 3 855 kilogrammes. Les camionnettes (pick-up), les fourgonnettes (mini van) et les véhicules utilitaires sport (VUS) font partie de cette catégorie.

---

<sup>28</sup> Les territoires incluent les Territoires du Nord-Ouest, le Yukon et le Nunavut.

<sup>29</sup> Le poids nominal brut d'un véhicule équivaut à son poids à vide additionné du poids de charge maximal prévu.

La variable reliée à la distance parcourue ( $KM$ ) est construite de manière un peu particulière puisque malheureusement il n'existe pas, au Canada, d'enquête continue sur l'usage des véhicules pour la période 1990-2004. Dans ce contexte, RNCan procède comme suit. À partir des enquêtes existantes (l'*Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés* (ENUVeP) pour la période 1994.4 à 1996.3 et l'*Enquête sur les véhicules au Canada* (EVC) depuis 1999.4), des distances moyennes par type de véhicules sont estimées ( $KM_{moyenne,i}$ ). Parallèlement, le « Recensement des véhicules en service au Canada »<sup>30</sup> produit des données annuelles sur le nombre de véhicules selon le type ( $S_i$ ). La distribution des distances moyennes parcourues observée dans les enquêtes est ensuite multipliée par ce stock. Une première version de la distance totale parcourue par type de véhicules ( $KM_{estimée,i}$ ) est alors obtenue pour chaque année.

$$KM_{estimée,i} = KM_{moyenne,i} * S_i \quad (2.5)$$

À l'aide de l'identité (1.1), RNCan peut estimer la consommation totale de carburant par type de véhicules ( $Q_{estimée,i}$ ).<sup>31</sup> En effet, la distance totale parcourue par type de véhicules provient de l'équation (2.5) et le taux de consommation moyen de carburant sur route des véhicules est estimé à partir du « Système d'information sur l'économie de carburant des véhicules automobiles » de Transports Canada. Ceci permet de comparer les estimations obtenues avec les quantités de carburant sur lesquelles des taxes routières ont été perçues et rapportées par Statistique Canada dans son « Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada » ( $Q_{Statcan}$ ).<sup>32</sup> En théorie, ces deux éléments devraient être égaux.

$$Q_{estimée,i} = KM_{estimée,i} * TCM_i \quad (2.6)$$

$$\sum_i Q_{estimée,i} = Q_{estimée} = Q_{Statcan} \quad (2.7)$$

---

<sup>30</sup> Ces données proviennent de DesRosiers Automotive Consultants Inc..

<sup>31</sup> Les estimations sont aussi désagrégées par type de carburant.

<sup>32</sup> Selon l'Office de l'efficacité énergétique, en 2004 les petites et les grosses voitures consommaient de l'essence dans une proportion de 98,3 % alors que pour les camions légers utilisés principalement pour le transport de voyageurs c'était dans une proportion de 95,1 %.

Or en pratique, les consommations de carburant de ces deux sources ne sont pas exactement identiques. Le recours à des distances moyennes tirées d'enquêtes non continues implique que les habitudes de déplacement des conducteurs sont les mêmes dans le temps (ou du moins ne varient pas annuellement). La variabilité temporelle des données provient donc principalement des changements dans  $S$ . C'est pour combler cette lacune qu'un ajustement est fait aux consommations totales de carburant estimées par type de véhicules.

$$\frac{Q_{\text{estimée}}}{Q_{\text{Statcan}}} = X \% \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{estimée}, i} * X \% = Q_{\text{ajustée}, i} \quad (2.9)$$

$$KM_{\text{ajustée}, i} = \frac{Q_{\text{ajustée}, i}}{TCM_i} \quad (2.10)$$

L'ajustement fait à l'équation (2.9) est effectué à partir de (2.8). Suite à cette modification, les distances sont finalement recalculées sur base des consommations corrigées.

Les variables explicatives comprises dans notre base de données sont tirées pour la plupart de CANSIM (Statistique Canada) et de la *Base de données nationale sur la consommation d'énergie* (RNCan). Soulignons également la contribution du Conference Board of Canada pour les données sur le PIB par province. Le tableau 2.1 présente l'abréviation, l'unité et la source de chacune des variables de notre modélisation. Il est à noter que des transformations ont été effectuées sur certains déterminants et qu'elles sont résumées à l'annexe 2.

**Tableau 2.1 : Sources des variables explicatives**

Variable	Abréviation	Unité	Source
Kilomètres parcourus par l'ensemble des VL	<i>KM</i>	Kilomètres	Ressources naturelles Canada (OEE), Base de données nationale sur la consommation d'énergie
Produit intérieur brut (PIB)	<i>pib</i>	Dollars de 1997	The Conference Board of Canada
Prix de l'essence régulière à la pompe	<i>p_ess</i>	Indice (1992=100)	Statistique Canada, Indice des prix à la consommation, cansim tableau 326-0001
Taux de consommation moyen de carburant de la flotte de VL	<i>TCM</i>	litres / kilomètre	Ressources naturelles Canada (OEE), Base de données nationale sur la consommation d'énergie
Prix à l'achat et à la location des véhicules neufs	<i>p_veh</i>	Indice (1992=100)	Statistique Canada, Indice des prix à la consommation, cansim tableau 326-0001
Nombre de véhicules légers	<i>S</i>	Véhicules	Ressources naturelles Canada (OEE), Base de données nationale sur la consommation d'énergie
Population totale	<i>pop</i>	Personnes	Statistique Canada, Estimation de la population totale, cansim tableau 051-0001
Population en âge de conduire	<i>pop16</i>	Personnes	Statistique Canada, Estimation de la population selon l'âge et le sexe, cansim tableau 051-0001
Proportion de la population habitant en région urbaine	<i>urb</i>	Pourcentage	Statistique Canada, Estimation de la population des divisions et régions métropolitaines de recensement, cansim tableau 051-0034

Mentionnons que deux autres bases de données alternatives ont été considérées afin d'estimer notre modèle. Elles sont construites à partir de l'ENUVeP et de l'EVC. Cependant, puisque les résultats préliminaires étaient instables et contre intuitifs, elles n'ont pas été retenues. Les séries temporelles trop courtes expliquent probablement ce résultat. Les annexes 3 et 4 détaillent davantage ces bases de données.

### 2.3 Spécification économétrique

Les données dont nous disposons sont de type panel ce qui implique que nous devons considérer l'aspect transversal. Ainsi, une variable dichotomique pour chaque province est incluse dans notre spécification afin de contrôler les différences interprovinciales qui ne peuvent être captées par nos variables explicatives. Le paramètre  $\alpha_i$  nous indique l'ampleur de ces différences. La forme fonctionnelle retenue est de type log-log pour toutes les équations à l'exception des variables  $t$  et  $urb$  où la relation est semi-logarithmique.<sup>33</sup> Nous spécifions plus précisément notre modèle de la manière suivante :

<sup>33</sup> Ce type de relation a été choisi pour  $urb$  car sa valeur pour la province de l'Île du Prince Édouard est de zéro.

$$\frac{KM}{pop16}_{it} = c + \alpha_i + \beta_1 \frac{KM}{pop16}_{it-1} + \beta_2 \frac{S}{pop16}_{it} + \beta_3 p\_esskm_{it} + \beta_4 pibcap_{it} + \beta_5 urb_{it} + \beta_6 t + \varepsilon_{it} \quad (3.11)$$

$$\frac{S}{pop16}_{it} = c + \alpha_i + \gamma_1 \frac{S}{pop16}_{it-1} + \gamma_2 \frac{KM}{pop16}_{it} + \gamma_3 p\_esskm_{it} + \gamma_4 pibcap_{it} + \gamma_5 p\_veh_{it} + \gamma_6 urb_{it} + \gamma_7 t + \varepsilon_{it} \quad (3.12)$$

$$TCM_{it} = c + \alpha_i + \lambda_1 TCM_{it-1} + \lambda_2 \frac{KM}{pop16}_{it} + \lambda_3 p\_ess_{it} + \lambda_4 pibcap_{it} + \lambda_5 urb_{it} + \lambda_6 t + \varepsilon_{it} \quad (3.13)$$

avec  $i$  un indice représentant les provinces et  $t$  un indice pour l'année.

Sur base de ce système d'équations, trois problèmes de nature économétrique ont été identifiés. Premièrement, la présence de la variable dépendante retardée ( $y_{i,t-1}$ ) et des effets fixes provinciaux ( $\alpha_i$ ) signifie que la méthode d'estimation traditionnelle par transformation des variables en écart par rapport aux moyennes par groupe (« within transformation ») fournit des estimateurs qui sont biaisés (voir Baltagi, 2005).<sup>34</sup> L'importance du biais diminue avec la longueur de la période couverte par les données. Deuxièmement, les équations spécifiées comprennent chacune des variables endogènes qui sont donc corrélées avec le terme d'erreur ce qui constitue également une source de biais (biais de simultanéité). Troisièmement, nous soupçonnons qu'il existe probablement de la corrélation sérielle dans les résidus des observations d'une même province. Nous supposons que cette corrélation peut être modélisée par un processus autorégressif du premier ordre AR(1).<sup>35</sup>

La corrélation entre l'une ou l'autre des variables explicatives et le terme d'erreur engendre un biais dans l'estimation des MCO. En effet, l'hypothèse de base  $E[\varepsilon | X] = 0$  n'est

---

<sup>34</sup> Plus précisément, en présence d'effets fixes, l'estimateur des moindres carrés ordinaires est un estimateur intra provinciaux (« within ») de la forme:

$$\left( y_{it} - \bar{y}_i \right) = \beta_1 \left( y_{i,t-1} - \bar{y}_i \right) + \beta_2 \left( X_{it} - \bar{X}_i \right) + \left( \alpha_i - \bar{\alpha}_i \right) + \left( \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i \right)$$

On note de suite le risque de corrélation entre  $(y_{i,t-1} - \bar{y}_i)$  et  $(\varepsilon_{i,t-1} - \bar{\varepsilon}_i)$ .

<sup>35</sup> Les erreurs sont de la forme :  $\varepsilon_{it} = \rho \varepsilon_{i,t-1} + \mu_{it}$

plus vérifiée. Une solution fréquemment utilisée pour contourner les problèmes liés à l'endogénéité est le recours à la méthode des doubles moindres carrés ordinaires (2MCO). Cette technique se base plus précisément sur des facteurs qui sont corrélés avec les déterminants endogènes mais non avec les termes d'erreur. En présence d'autocorrélation, c'est plutôt la variance qui est biaisée réduisant ainsi l'efficacité de l'estimateur MCO. Afin de corriger pour l'autocorrélation, nous utilisons la méthode proposée par Cochran-Orcutt (voir Baltagi, 1995). Notons aussi que la présence d'autocorrélation signifie que nous ne pouvons pas utiliser comme instruments les variables endogènes retardées.

## 2.4 Analyse descriptive

Le tableau 2.2 montre les statistiques descriptives sur notre échantillon comprenant 150 observations (soit 10 provinces pendant 15 ans). Pour l'ensemble des provinces, la moyenne et l'écart type du nombre de kilomètres parcourus, du nombre de VL et du taux de consommation moyen de carburant y sont résumés. De plus, nous considérons également ces facteurs exprimés en terme de variables démographiques (par personne en âge de conduire et par capita).

**Tableau 2.2 : Statistiques descriptives des variables dépendantes pour l'ensemble des observations**

Variable	Moyenne	Écart type
<i>KM</i> (milliards de km)	23,84148	28,19126
<i>KM</i> par personne âgée de 16 ans et plus (km)	10603,7	1700,905
<i>KM</i> par capita (km)	8324,065	1361,717
<i>KM</i> par véhicule (km)	17701,21	2366,27
<i>S</i> (milliers de véhicules)	1389,959	1657,365
<i>S</i> par personne âgée de 16 ans et plus (véhicules)	0,60088	0,06834
<i>S</i> par capita (véhicules)	0,47139	0,05230
<i>TCM</i> (litres/100km)	11,38418	0,79635

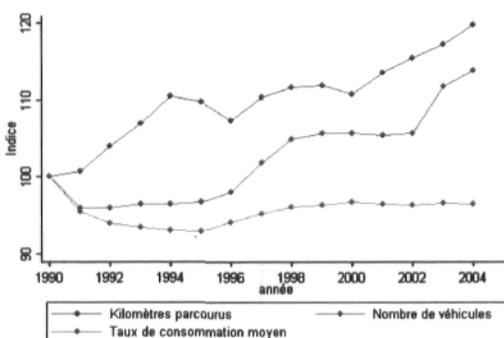
Afin de révéler les différences systématiques dans les décisions d'usage, de possession et du niveau d'efficacité, des comparaisons interprovinciales apparaissent au tableau 2.3. Pour chaque province, les moyennes de *KM* par capita, de *S* par capita et de *TCM* y sont décrites.

**Tableau 2.3 : Différences interprovinciales dans les composantes de la consommation de carburant**

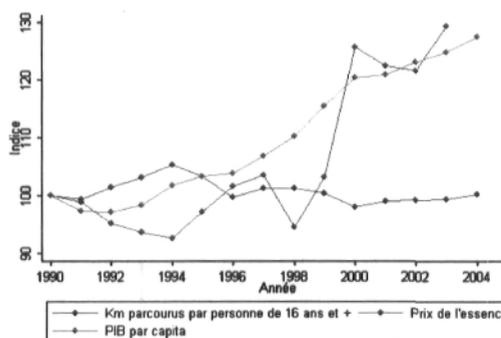
Province	Distance parcourue par capita (km)	Nombre de véhicules par capita (véhicules)	Taux de consommation moyen de carburant (litres/100km)
Terre-Neuve	7099,757	0,4334206	11,4317
Île du Prince Édouard	10512,39	0,5349548	11,25012
Nouvelle-Écosse	10055,68	0,4599235	10,1264
Nouveau-Brunswick	9972,077	0,5375572	10,5668
Québec	7530,584	0,4744272	11,21593
Ontario	8361,636	0,48112	11,27765
Manitoba	7152,025	0,4370534	12,03465
Saskatchewan	7049,985	0,4961465	12,83185
Alberta	8416,727	0,4614639	11,91583
Colombie-Britannique et Territoires	7089,792	0,3978504	11,10775
Canada	7983,54	0,4654149	11,31587

Par ailleurs, les évolutions temporelles des moyennes des composantes de la consommation de carburant, du prix de l'essence et du PIB par capita sont représentées aux graphiques 2.1 à 2.4. Pour rendre les variables comparables, elles sont toutes transformées en indice avec l'année 1990 fixée à 100.

**Graphique 2.1 : Évolution annuelle des composantes de la consommation de carburant au Canada (indice)**



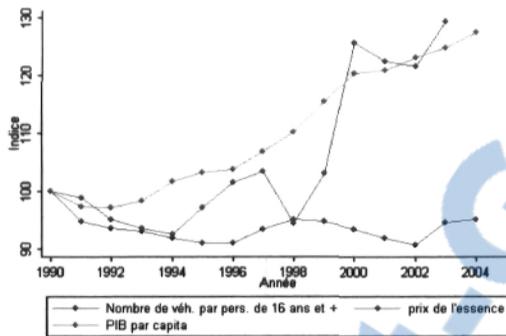
**Graphique 2.2 : Évolution annuelle de KM/pop16, du prix de l'essence et du PIB par capita au Canada (indice)**



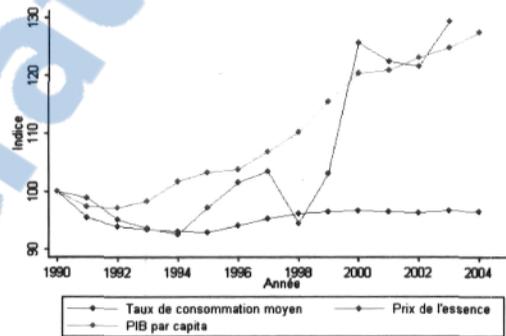
Au graphique 2.1, on remarque que l'évolution de *KM* (bleu) est très comparable à celle de *S* (rouge). Les formes des deux courbes suggèrent l'existence d'une relation positive et ce, particulièrement à partir de 1996. Toutefois, l'évolution de *TCM* (vert) semble moins liée à celle des autres composantes. La tendance temporelle positive observée à partir de 1995 s'explique,

probablement en partie, par l'arrivée massive des camions légers tel les véhicules utilitaires sport sur les routes. Dans le graphique 2.2,  $KM/pop16$  (bleu) subit quelques variations mais semble relativement stable au cours de la période. L'aspect démographique joue donc un rôle de premier plan dans l'évolution de la distance totale parcourue. Le prix de l'essence (rouge) et  $KM/pop16$  varient plutôt en sens inverse comme prévu par la théorie économique. Soulignons que la croissance soutenue du PIB par capita (vert) s'accroît dans les dernières années ce qui peut contrecarrer en partie l'effet de la hausse du prix de l'essence sur l'usage.

**Graphique 2.3 : Évolution annuelle de  $S/pop16$ , du prix de l'essence et du PIB par capita au Canada (indice)**



**Graphique 2.4 : Évolution annuelle de  $TCM$ , du prix de l'essence et du PIB par capita au Canada (indice)**



Par ailleurs, les graphiques 2.3 et 2.4 illustrent que  $S/pop16$  et que  $TCM$  diminuent légèrement entre 1990 et 2004. Il est cependant difficile, à partir du graphique, de voir un lien avec l'évolution du prix de l'essence (rouge) ou du PIB par capita (vert). On note tout de même que la hausse du niveau de possession entre 1996 et 2000 est associée à la chute du prix de l'essence en 1998.

## Chapitre III

### Résultats et interprétations

Au terme de ce chapitre, nous serons en mesure de quantifier les effets prix et revenu associés aux composantes de la quantité d'essence consommée. Pour ce faire, les trois premières sections présentent respectivement les résultats d'estimation du nombre de kilomètres parcourus par personne en âge de conduire, du nombre de véhicules par personne en âge de conduire et du taux de consommation moyen de carburant des VL. Les résultats ont été calculés à l'aide du logiciel Stata<sup>®</sup>. Dans la section quatre, nous résumons les élasticités prix et revenu obtenues et les comparons à celles recensées dans la littérature. De plus, nous estimons également la magnitude de l'effet rebond relié à l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules.

L'estimation du modèle est faite dans un contexte d'information limitée plutôt qu'en information complète. Les équations sont donc estimées séparément et non sous la forme d'un système d'équations simultanées. Cette procédure a l'avantage d'être plus simple particulièrement dans la situation où l'on fait face à des difficultés économétriques multiples. De plus, les méthodes à information complète sont également plus sensibles aux erreurs de spécification. À partir des équations de la section 2.3, nous reportons cinq techniques d'estimation distinctes :

- Estimation avec constante commune et un estimateur MCO. La constante est unique supposant ainsi que les paramètres des variables dichotomiques ( $\alpha_i$ ) sont nulles et qu'il n'y a pas de différence significative entre les provinces.
- Estimation avec effets fixes provinciaux. Une variable dichotomique est incluse afin d'imposer une variable indicatrice différente pour chaque province. La Colombie-Britannique (Territoires compris) est la province de référence.
- Estimation avec effets aléatoires provinciaux. Les différences interprovinciales sont considérées mais à partir d'un processus aléatoire contrôlant pour l'hétérogénéité moyenne non observée.

- Estimation avec effets fixes provinciaux et un estimateur 2MCO. Une variable dichotomique est considérée et les variables dépendantes retardées ainsi qu'endogènes sont instrumentées. Les instruments utilisés sont les variables exogènes de la période présente, passée et celles reculées de deux périodes.<sup>36</sup>
- Estimation avec effets fixes provinciaux, un estimateur 2MCO et une correction pour l'autocorrélation. Il s'agit de la même technique que la précédente mais où la corrélation entre les erreurs de la période présente et passée (AR 1) est contrôlée.

### 3.1 Estimation du nombre de kilomètres parcourus par personne en âge de conduire

Les résultats du tableau 3.1 expliquent le nombre de kilomètres parcourus en moyenne par les personnes en âge de conduire. Bien que les cinq modèles ne soient pas exactement comparables entre eux en raison du nombre d'observations différent, nous avons conduit certains tests statistiques. Un test de type Fisher (F) rejette l'hypothèse d'absence d'effets provinciaux ce qui favorise l'emploi d'effets fixes à celui de la constante commune (modèle 1 versus 3). Néanmoins dans le cas d'effets fixes avec instrumentation, ce même test suggère l'opposé (modèle 1 versus 4). À l'aide d'un test de Hausman ( $\chi^2$ ), nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse d'absence de différences systématiques entre les estimateurs 2MCO et MCO (modèle 3 versus 4). Sur base d'un test de Hausman également, nous ne pouvons pas rejeter l'absence de corrélation entre les effets provinciaux et les variables explicatives c'est-à-dire l'utilisation d'effets aléatoires (modèle 2 versus 3).<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Dans la mesure où nous suspectons la présence d'autocorrélation, nous ne pouvons pas recourir aux variables endogènes retardées comme instruments.

<sup>37</sup> Noter que le même test sur un échantillon de 130 observations (plutôt que 140) rejette clairement les effets aléatoires. Voir Barla, Lamonde et Boucher (2007).

**Tableau 3.1 : Résultats d'estimation des kilomètres parcourus par personne en âge de conduire**

Variable	Constante commune MCO	Effets aléatoires	Effets fixes	Effets fixes 2MCO	Effets fixes 2MCO AR(1)
<i>indépendante</i>	1	2	3	4	5
lnKM16lag	,85866*** (,03194)	,83667*** (,03462)	,48755*** (,06764)	,57118*** (,15143)	,34606* (,18401)
lnS16	,11609*** (,03756)	,12439*** (,04097)	,01365 (,06085)	,16921 (,23388)	-,14032 (,21148)
lnp_esskm	-,08042** (,03255)	-,08871*** (,03341)	-,11008*** (,03513)	-,08029* (,04312)	-,15691*** (,04346)
lnpibcap	,04223 (,02870)	,04972 (,03238)	,15068** (,07037)	,07164 (,12743)	,26195* (,14466)
urb	-,00055* (,00029)	-,00066** (,00033)	-,00029 (,00305)	,00041 (,00354)	-,00167 (,00580)
t	,00028 (,00113)	,00035 (,00119)	-,00143 (,00192)	-,00121 (,00306)	,00030 (,00516)
<i>provinciale</i>					
Terre-Neuve			,04719 (,08072)	,02307 (,09327)	
Île du Prince Édouard			,24090 (,17536)	,17575 (,20248)	
Nouvelle-Écosse			,19857*** (,06418)	,14610 (,09868)	
Nouveau-Brunswick			,18189 (,12474)	,12465 (,15246)	
Québec			,03419 (,03406)	-,00306 (,07222)	
Ontario			,07047 (,05048)	,02653 (,08601)	
Manitoba			,04622** (,02024)	,00709 (,05093)	
Saskatchewan			,05399 (,05213)	,02021 (,07009)	
Alberta			,07051** (,02982)	,04248 (,05144)	
Colombie-Britannique et Territoires			Référence	Référence	
R <sup>2</sup>	0,9560	0,9559	0,9682	0,9677	0,7961
Nombre obs.	140	140	140	130	120
Tests statistiques		<b>H0:</b> $E[\eta_{it} X_{it}] = 0$ où $\eta_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$ $\text{Chi}^2(6) = 5,59$	<b>H0:</b> $\alpha_i = 0, \forall i$ $F(9, 124) = 5,27***$	<b>H0:</b> $\alpha_i = 0, \forall i$ $F(9, 114) = 1,60$ <b>H0:</b> $[\beta_{iv} - \beta_{MCO}] = 0$ $\text{Chi}^2(14) = 7,86$	$\rho = 0,591$

\*\*\* statistiquement significatif à 1 %; \*\* statistiquement significatif à 5 %; \* statistiquement significatif à 10 % ; écart-type entre parenthèses.

Les effets obtenus sont plausibles et confirment nos anticipations. L'inertie dans la décision d'usage ressort très clairement d'une estimation à l'autre. Les coefficients générés à

partir d'effets fixes montrent néanmoins des changements dans les habitudes de déplacement relativement plus rapides. Par ailleurs, la présence d'effets provinciaux semble absorber le pouvoir explicatif de  $S/pop16$  puisque la décision de possession n'est significative que dans les spécifications 1 et 2. Les valeurs reliées au coût en essence par kilomètre sont relativement stables d'une méthode à l'autre. Par contre, l'effet de la variable revenu est statistiquement différent de zéro uniquement dans les spécifications 3 et 5. Ce constat n'est pas sans rappeler les problèmes d'autocorrélation rencontrés par Greene (1992).<sup>38</sup> Le fait d'habiter en milieu urbain a un impact négatif négligeable sur  $KM/pop16$  (modèle 1 et 2) et la tendance temporelle ne montre pas d'effet discernable sur l'usage. Par rapport à la Colombie-Britannique et les Territoires, les effets provinciaux reliés à  $KM/pop16$  sont légèrement plus grands au Manitoba (0,5 %) ainsi qu'en Alberta (0,7 %). Ils sont toutefois beaucoup plus élevés en Nouvelle-Écosse (20 %) comparativement à notre province de référence.

### **3.2 Estimation du nombre de véhicules par personne en âge de conduire**

Le tableau 3.2 présente les résultats d'estimation concernant le nombre de véhicules moyen par personne en âge de conduire. Comme pour l'usage, un test F rejette l'absence d'effets provinciaux dans le cas d'effets fixes (modèle 1 versus 3) mais pas pour l'estimation avec effets fixes et instrumentation (modèle 1 versus 4). De plus, d'après un test de Hausman, il n'y a également pas de différence systématique entre les estimateurs 2MCO et MCO (modèle 3 versus 4). Un autre test de Hausman favorise par contre l'estimation avec effets fixes par rapport à celle avec effets aléatoires (modèle 2 versus 3).

---

<sup>38</sup> Voir section 1.2.

**Tableau 3.2 : Résultats d'estimation du nombre de véhicules par personne en âge de conduire**

Variable	Constante commune MCO	Effets aléatoires	Effets fixes	Effets fixes 2MCO	Effets fixes 2MCO AR(1)
<i>indépendante</i>	1	2	3	4	5
lnS16lag	,67712*** (,04950)	,67712*** (,04950)	,30248*** (,06858)	,15980 (,24576)	,10214 (,21117)
lnKM16	,11652** (,04942)	,11652** (,04942)	-,09440 (,11424)	-,23779 (,22997)	,09566 (,29017)
lnp_esskm	,03133 (,05298)	,03133 (,05298)	-,05503 (,06677)	-,05564 (,08669)	,00265 (,08456)
lnpibcap	,00875 (,04286)	,00875 (,04286)	,27417*** (,09986)	,34661*** (,13125)	,35179** (,15779)
lnp_veh	,06479 (,08301)	,06479 (,08301)	-,07295 (,09830)	-,12887 (,13185)	,04098 (,20110)
urb	-,00029 (,00043)	-,00029 (,00043)	-,00224 (,00433)	-,00277 (,00514)	-,00189 (,00672)
t	,00122 (,00263)	,00122 (,00263)	-,00051 (,00459)	-,00182 (,00519)	-,00365 (,00571)
<i>provinciale</i>					
Terre-Neuve			,11182 (,11628)	,13655 (,12427)	
Île du Prince Édouard			,21915 (,25097)	,32100 (,26614)	
Nouvelle-Écosse			,16462 (,09389)	,24219** (,11508)	
Nouveau-Brunswick			,20783* (,17838)	,29347 (,19155)	
Québec			,17007*** (,04583)	,21262** (,08354)	
Ontario			,15673** (,07167)	,20626* (,11776)	
Manitoba			,13536*** (,02818)	,17061*** (,05767)	
Saskatchewan			,15124** (,07287)	,18119** (,08508)	
Alberta			,09217** (,04568)	,12786 (,07925)	
Colombie-Britannique et Territoires			Référence	Référence	
R <sup>2</sup>	0,7839	0,7839	0,8521	0,8435	0,2706
Nombre obs.	140	140	140	130	120
Tests statistiques		<b>H0:</b> $E[\eta_{it} X_{it}] = 0$ , où $\eta_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$ $\text{Chi}^2(7) = 96,86$ ***	<b>H0:</b> $\alpha_i = 0, \forall i$ $F(9, 123) = 6,31$ ***	<b>H0:</b> $\alpha_i = 0, \forall i$ $F(9, 113) = 1,56$ <b>H0:</b> $[\beta_{IV} - \beta_{MCO}] = 0$ $\text{Chi}^2(16) = 7,38$	$\rho = 0,383$

\*\*\* statistiquement significatif à 1 %; \*\* statistiquement significatif à 5 %; \* statistiquement significatif à 10 % ; écart-type entre parenthèses.

Le pouvoir explicatif des déterminants de  $S$  est moins fort que celui relié à la distance parcourue. Plusieurs variables dont notamment  $p\_esskm$ ,  $p\_veh$ ,  $urb$  et  $t$  ne sont pas différentes de zéro et ce, peu importe la spécification utilisée. De plus, il ne paraît pas y avoir de relation de simultanéité systématique entre  $KM$  et  $S$ . Néanmoins, la variable du PIB par capita a un impact notable sur la quantité de véhicules détenus et affecte davantage la décision de possession que d'usage. Les effets provinciaux démontrent que plusieurs régions détiennent un stock de véhicules par personne en âge de conduire supérieur à celui de la Colombie-Britannique et des Territoires (9 % à 24 %) pour des raisons non contrôlées par les variables explicatives de notre modèle.

### 3.3 Estimation du taux de consommation moyen de carburant des véhicules légers

On retrouve au tableau 3.3 les résultats de l'équation reliée au taux de consommation moyen de la flotte de VL. Un test F rejette l'hypothèse des effets provinciaux nuls pour les modèles avec effets fixes (modèle 1 versus 3) ainsi qu'avec effets fixes et instrumentation (modèle 1 versus 4). Parallèlement aux équations précédentes, les coefficients générés à partir des modèles 3 et 4 ne sont pas systématiquement différents. Soulignons également que la spécification avec effets fixes semble être plus appropriée que celle avec effets aléatoires (modèle 2 versus 3).

**Tableau 3.3 : Résultats d'estimation du taux de consommation moyen de carburant**

Variable	Constante commune MCO	Effets aléatoires	Effets fixes	Effets fixes 2MCO	Effets fixes 2MCO AR(1)
<i>indépendante</i>	1	2	3	4	5
lnTCMlag	,84988*** (,02742)	,75979*** (,03342)	,47838*** (,03469)	,67216*** (,06864)	,40077*** (,10014)
lnKM16	-,05944*** (,01510)	-,07994*** (,01911)	-,07423*** (,02536)	-,17636*** (,04066)	-,16193*** (,043373)
lnp_ess	-,07203*** (,01741)	-,06550*** (,01697)	-,03042** (,01307)	-,03799*** (,01353)	-,01631 (,01445)
lnpibcap	,03872*** (,01371)	,04596*** (,01742)	-,03688 (,02279)	,00446 (,02344)	,0495 (,03523)
urb	-,00036*** (,00013)	-,00044** (,00018)	,00005 (,00102)	-,00198* (,00102)	-,00329* (,00175)
t	,00340*** (,00065)	,00296*** (,00069)	,00374*** (,00067)	,00260*** (,00073)	,00212 (,00161)
<i>provinciale</i>					
Terre-Neuve			,00384	-,04048	

			(,02730)	(,02694)	
Île du Prince Édouard			,02587 (,05968)	-,03736 (,05898)	
Nouvelle-Écosse			-,03689* (,02183)	-,01178 (,02311)	
Nouveau-Brunswick			-,00573 (,04212)	-,04020 (,04117)	
Québec			,00445 (,01009)	,02556** (,01047)	
Ontario			,02565 (,01598)	,06265*** (,01696)	
Manitoba			,03903*** (,00632)	,03480*** (,00763)	
Saskatchewan			,07232*** (,01793)	,02011 (,02102)	
Alberta			,05781*** (,00967)	,06465*** (,01129)	
Colombie-Britannique et Territoires			Référence	Référence	
R <sup>2</sup>	0,9461	0,9444	0,9788	0,9821	0,1562
Nombre obs.	140	140	140	130	120
Tests statistiques		<b>H0:</b> $E[\eta_{it} X_{it}] = 0$ , où $\eta_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$ $\text{Chi}^2(6) = 312,95^{***}$	<b>H0:</b> $\alpha_i = 0, \forall i$ $F(9, 124) = 21,27^{***}$	<b>H0:</b> $\alpha_i = 0, \forall i$ $F(9, 114) = 5,09^{***}$ <b>H0:</b> $[\beta_{IV} - \beta_{MCO}] = 0$ $\text{Chi}^2(15) = 19,33$	$\rho = 0,724$
*** statistiquement significatif à 1 %; ** statistiquement significatif à 5 %; * statistiquement significatif à 10 % ; écart-type entre parenthèses.					

Le taux de consommation moyen de carburant de la période passée a un impact très significatif sur celui de la période présente. En effet, l'innovation technologique en efficacité ou le rajeunissement du parc automobile sont des phénomènes qui ne surviennent que progressivement. Encore une fois, l'inertie est plus faible pour les spécifications avec effets fixes. Le lien entre *KM* et *TCM* a l'impact attendu car dans l'optique de réduire le coût de conduire, le fait de franchir plus de kilomètres incite la réduction de *TCM*. L'augmentation du prix de l'essence à la pompe contribue également à la hausse du coût de conduire et affecte par conséquent *TCM* négativement. Contrairement aux effets recensés dans la littérature, la hausse du revenu semble être concentrée à l'acquisition de véhicules énergétivores plutôt qu'efficaces. Ainsi, une hausse du revenu agit positivement sur la variable dépendante mais n'est, par contre, significative qu'en l'absence d'effets provinciaux. Selon nos résultats, le mode de vie urbain influence légèrement le choix d'un véhicule relativement plus efficace. La tendance temporelle positive s'explique, tant qu'à elle, en partie par la présence de plus en plus fréquente des véhicules utilitaires sport sur nos routes. Par ailleurs, les paramètres des variables dichotomiques

provinciales nous révèlent que la province de référence possède l'un des taux de consommation moyen de carburant les plus faibles. En effet, à l'exception de la Nouvelle-Écosse (-0,4 %), le *TCM* de plusieurs provinces est de 0,3 % à 0,7 % systématiquement plus élevé que celui de la Colombie-Britannique et des Territoires.

### 3.4 Estimation des élasticités

Depuis l'introduction, l'objectif de recherche est d'expliquer comment les grands agrégats de la consommation de carburant sont affectés notamment par le prix de l'essence et le revenu. Nous sommes maintenant en mesure de dériver les élasticités de court et long terme de *KM*, *S* et *TCM* par rapport au prix de l'essence et au PIB par capita. Puisque les équations sont estimées séparément, nous ne tenons pas compte de l'impact indirect d'un changement dans le prix ou le revenu.<sup>39</sup> La présence d'une forme fonctionnelle de type log-log nous permet donc d'interpréter les coefficients estimés directement comme les élasticités de court terme.<sup>40</sup> Ainsi par exemple, on estime l'impact d'une hausse de 10 % du revenu sur la distance parcourue en supposant le stock de véhicules et le taux de consommation moyen de carburant constants.

À long terme, le calcul des élasticités doit tenir compte de la variable dépendante retardée puisqu'un changement aujourd'hui influence demain. Par exemple, supposons que l'élasticité de court terme de *KM* par rapport au prix en essence par kilomètre est représentée par le coefficient  $\beta_1$  et que l'inertie liée à l'usage est estimée par le coefficient  $\alpha_1$ . Une variation dans le coût de conduire engendrera une modification dans le nombre de kilomètres franchis de  $\beta_1$  à la période un, de  $(\alpha_1)*\beta_1$  à la période deux, de  $(\alpha_1)^2*\beta_1$  à la période trois et ainsi de suite. À long terme, il y a convergence vers le terme  $\beta_1/(1-\alpha_1)$  lorsque l'état stationnaire est atteint. Il s'agit de l'élasticité totale de long terme. Précisons que c'est une approximation puisque l'on ne tient pas compte, encore une fois, des effets indirects provenant des autres équations du système. Le recours à cette approximation s'explique par le fait que nous utilisons une méthode d'estimation en information limitée. Il s'agit cependant d'une bonne approximation puisque les effets indirects sont très marginaux. Les élasticités prix de court et long terme estimées par notre modèle sont résumées au

---

<sup>39</sup> Voir Small et Van Dender (2007) pour la technique de calcul d'élasticité dans le cas simultané.

<sup>40</sup> À l'exception de la variable urb.

tableau 3.4. Les élasticités moyennes provenant de la littérature sont également présentées à des fins de comparaison. Nous ne reportons pas les élasticités dérivées à partir de l'estimation avec effets aléatoires dans la mesure où ce modèle est généralement rejeté.

**Tableau 3.4 : Élasticités prix de court et long terme des composantes de la consommation de carburant**

Variable	Constante commune MCO	Effets fixes	Effets fixes 2MCO	Effets fixes 2MCO AR(1)	Valeurs moyennes dans la littérature <sup>41</sup>	
<b>Distance parcourue (KM)</b>	court terme	-,08042** (,03255)	-,11008*** (,03513)	-,08029* (,04312)	-,15691*** (,04346)	-0,15
	long terme	-,56902*** (,17790)	-,21482*** (,06795)	-,18725* (,10894)	-,23995** (,10771)	-0,28
<b>Stock de véhicules (S)</b>	court terme	,03133 (,05298)	-,05503 (,06677)	-,05564 (,08669)	,00265 (,08456)	-0,05
	long terme	,09704 (,16185)	-,07890 (,09498)	-,06623 (,09928)	,00296 (,09649)	-0,1
<b>TCM</b>	court terme	-,07203*** (,01741)	-,03042** (,01307)	-,03799*** (,01353)	-,01631 (,01445)	-0,19
	long terme	-,47989*** (,15575)	-,05831** (,02620)	-,11590** (,04997)	-,02723 (,02435)	-0,32
*** statistiquement significatif à 1 %; ** statistiquement significatif à 5 %; * statistiquement significatif à 10 % ; écart-type entre parenthèses.						

Les élasticités produites par le modèle avec constante commune sont présentées à titre de référence aux tableaux 3.4 et 3.5 puisqu'on sait les résultats biaisés. Dans le cas de *KM*, nous obtenons des élasticités prix très semblables à celles rencontrées dans la littérature. À court terme, l'intervalle de nos résultats est de -0,16 à -0,08 alors que la moyenne de la littérature est de -0,15. À long terme, nos élasticités ont une magnitude comprise entre -0,24 à -0,19 ce qui est légèrement plus faible que la valeur moyenne de la littérature (-0,28). Du côté de *S*, les élasticités calculées ne sont pas significatives et par conséquent nous ne pouvons rien en tirer. Notons tout de même que les valeurs attendues étaient relativement petites. Enfin, l'élasticité du *TCM* par rapport au prix de l'essence varie entre -0,04 et -0,03 à court terme et entre -0,12 et -0,06 à long

<sup>41</sup> Ces élasticités proviennent du tableau 1.10 et 1.11.

terme. Il s'agit d'un impact inférieur à celui rapporté dans les études revues. Le tableau 3.5 résume les élasticités des composantes de la consommation de carburant par rapport au revenu.

**Tableau 3.5 : Élasticités revenu de court et long terme des composantes de la consommation de carburant**

Variable	Constante commune MCO	Effets fixes	Effets fixes 2MCO	Effets fixes 2MCO, AR(1)	Valeurs moyennes dans la littérature <sup>42</sup>	
<b>Distance parcourue (KM)</b>	court terme	,04223 (,02870)	,15068** (,07037)	,07164 (,12743)	,26195* (,14466)	0,3
	long terme	,29883 (,18326)	,29404** (,13315)	,16706 (,26568)	,40058* (,21120)	0,73
<b>Stock de véhicules (S)</b>	court terme	,00875 (,04286)	,27417*** (,09986)	,34661*** (,13125)	,35179** (,15779)	0,32
	long terme	,02710 (,13198)	,39307*** (,13801)	,41253*** (,13341)	,39182** (,16753)	0,81
<b>TCM</b>	court terme	,03872*** (,01371)	-,03688 (,02279)	,00446 (,02344)	,0495 (,03523)	-0,08
	long terme	,25795*** (,07680)	-,07070 (,04478)	,01361 (,07157)	,08260 (,06326)	0,0

\*\*\* statistiquement significatif à 1 %; \*\* statistiquement significatif à 5 %; \* statistiquement significatif à 10 %; écart-type entre parenthèses.

Comme attendu, le revenu a un impact plus grand sur le nombre de véhicules que sur la décision d'usage. Pour *KM*, les élasticités calculées à partir de la spécification avec effets fixes, un estimateur 2MCO et un processus autorégressif de type AR(1) sont plus proches des élasticités moyenne de la littérature (0,3 et 0,73). Les élasticités-revenu de court terme de *S* sont comprises dans un intervalle de 0,27 à 0,35 alors que celles de long terme varient entre 0,39 et 0,41. L'effet de long terme est donc plus faible dans notre modèle comparativement à la littérature (0,81) alors que celui de court terme est très semblable (0,32). Par ailleurs, le revenu n'a pas d'impact significatif sur *TCM* lors de l'emploi d'effets fixes. Encore une fois, les élasticités attendues avaient une amplitude plutôt faible.

<sup>42</sup> Idem 40.

Cette analyse nous permet également d'estimer la magnitude de l'effet rebond. Rappelons que celui-ci se définit comme l'accroissement de l'usage provoqué par une baisse du coût du carburant par kilomètre parcouru qui elle-même résulte d'une amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules. L'effet rebond est donc la valeur absolue de l'élasticité de  $KM$  par rapport au prix en essence par kilomètre. Notre modèle indique qu'une innovation technologique qui fait diminuer  $TCM$  provoque une augmentation de  $KM$  dans un intervalle de 8 % à 16 % à court terme et 19 % à 24 % à long terme. En d'autres termes, la quantité de carburant consommée ne diminue pas de 100 % suite à ce choc mais plutôt de 84 % à 92 % à court terme et de 76 % à 81 % à long terme, toutes choses étant égales par ailleurs. Il s'agit d'un effet non négligeable semblable à celui recensé dans la littérature. Rappelons notamment que Small et Van Dender (2007) concluent en un effet rebond de 4,7 % à court terme et de 22 % à long terme sur l'ensemble de leur échantillon.

## Conclusion

Au terme de ce mémoire, il nous paraît utile de rappeler les principaux résultats. Pour la période 1990 à 2004 :

- Les changements dans le prix de l'essence affectent davantage la décision d'usage que celle de possession. L'élasticité-prix du nombre de kilomètres parcourus par personne en âge de conduire demeure néanmoins assez faible à court terme et se situe dans un intervalle de -0,16 à -0,08. À long terme, elle varie de -0,24 à -0,19.
- Le taux de consommation moyen de carburant de l'ensemble des VL est également peu influencé par le prix de l'essence. Son élasticité-prix est estimé entre -0,04 et -0,03 à court terme et entre -0,12 et -0,06 à long terme.
- L'effet rebond obtenu pour le Canada est semblable à celui estimé par Small et Van Dender (2007) pour les États-Unis. Il varie de 8 % à 16 % à court terme et de 19 % à 24 % à long terme.
- La croissance du revenu a un impact plus grand sur le nombre de véhicules que sur le nombre de kilomètres parcourus. L'élasticité-revenu du stock de véhicules par personne en âge de conduire est comprise entre 0,27 et 0,35 à court terme et va jusqu'à atteindre 0,41 à long terme.
- Une hausse de 1 % du revenu provoque, à court terme, une augmentation de la distance parcourue par personne âgée de 16 ans et plus de 0,15 % à 0,26 %. Au terme du processus d'ajustement, un tel changement fait varier l'usage de 0,29 % à 0,4 %.
- La présence d'inertie dans les agrégats du transport est généralement confirmée. Les coefficients des variables retardées sont toutefois inférieurs lors de l'emploi d'effets fixes provinciaux.
- L'usage est un déterminant significatif dans l'explication du taux de consommation moyen de carburant. Son effet est par contre relativement faible (entre 0,06 et 0,18).
- Le fait d'habiter en milieu urbain semble diminuer légèrement la distance parcourue par personne en âge de conduire et le taux de consommation moyen de carburant des VL.

- Une tendance dans le temps positive est observée dans le taux de consommation moyen de carburant. Ce résultat pourrait s'expliquer en partie par la présence accrue des camions légers sur nos routes depuis 1990.
- Comparativement à la Colombie-Britannique et aux Territoires, on ne note pas de différences interprovinciales marquées dans le kilométrage par personne en âge de conduire à l'exception de la Nouvelle-Écosse (20 %).
- Les effets provinciaux démontrent que plusieurs régions détiennent un stock de véhicules par personne en âge de conduire supérieur à celui de la Colombie-Britannique et des Territoires (9 % à 24 %).
- Notre province de référence a l'un des taux de consommation moyen de carburant les plus faibles au pays. Pour plusieurs provinces, il est de 0,3 % à 0,7 % systématiquement plus élevé.
- En termes d'implications pour les politiques publiques, nos résultats confirment qu'il serait nécessaire d'accroître les taxes sur l'essence de manière importante pour avoir un effet notable sur les émissions de GES. De plus, la croissance économique contrecarrerait progressivement les gains provenant de la hausse du prix.
- L'évaluation des politiques favorisant la réduction du taux de consommation moyen de carburant doit tenir compte d'un effet rebond d'environ 20 % à long terme.

Malgré des résultats satisfaisants, il y a cinq principales limites à notre analyse. Premièrement, la structure des effets fixes provinciaux fait en sorte que les variables dichotomiques capturent plusieurs aspects qu'il pourrait être intéressant de mesurer. Le manque de variabilité de ces facteurs sur la période couverte par nos données explique en partie ce phénomène. Nous avons par exemple testé l'impact de la structure démographique (pourcentage d'enfants ou de personnes de plus de 65 ans dans la population) et de la taille du réseau routier sur l'usage mais sans succès. Deuxièmement, les résultats obtenus proviennent de séries temporelles relativement courtes. La variabilité étant limitée et le nombre d'observations restreint, il est probable que certains effets ne reflètent pas exactement la réalité. À titre de comparaison, Small et Van Dender (2007) possédaient 1 734 observations sur une période de 35 années. De plus, l'origine des données sur la distance parcourue telle que décrite à la section 2.2 pourrait être critiquable puisqu'elles ne proviennent pas d'une enquête continue.

Malheureusement, à ce jour, aucune enquête ne couvre une période temporelle suffisamment longue pour permettre l'estimation économétrique, du moins au niveau agrégé. Ainsi, les données de RNCan sont, selon nous, les meilleures disponibles sur le nombre de kilomètres parcourus au Canada.

L'estimation en contexte d'information limitée peut être une autre critique de notre modèle. Bien qu'il soit possible d'utiliser des techniques d'estimation dites à information complète, nous ne croyons pas que cela altérerait substantiellement nos résultats. D'ailleurs, Small et Van Dender (2007) obtiennent des estimations très proches avec les deux types de procédures ce qui laisse penser que nos résultats ne devraient pas être trop affectés par le choix d'une méthode à information limitée. Quatrièmement, il serait certainement utile de développer un modèle plus riche pour expliquer *TCM* en utilisant par exemple des données sur le taux de renouvellement du parc automobile et sur la vente de nouveaux véhicules. Un modèle plus sophistiqué serait probablement plus approprié à des fins de prévisions. Notons cependant que notre modèle simple explique une très large part de la variabilité observée. Enfin, comme dans plusieurs études, nous posons l'hypothèse que les gens réagissent de façon identique à un choc sur le prix de l'essence ou à un changement dans l'efficacité énergétique des véhicules. En effet, notre coefficient  $p\_esskm$  capte à la fois l'impact du prix de l'essence et de *TCM*. La variabilité de ce déterminant provient donc en majeure partie du prix de l'essence. Quantifier l'effet rebond à partir de cette hypothèse peut alors être contestable. Différentes solutions ont été avancées dans la littérature sur ce problème mais peu se sont avérées concluantes.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> Par exemple, Small et Van Dender (2007) ont tenté d'estimer séparément le prix de l'essence et le taux de consommation moyen de carburant mais sans succès.

## Bibliographie

Baltagi Badi H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data, Third Edition*, John Wiley & Sons.

Baltagi Badi H. (1995), *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons.

Baltagi Badi H. et Griffin James M. (1983), Gasoline demand in the OECD, an application of pooling and testing procedures, *European Economic Review*, vol. 22, pp. 117-137.

Barla Philippe, Lamonde Bernard et Boucher Nathalie (2007), *Rapport préliminaire : Modèle agrégé de la distance parcourue, du stock et l'efficacité énergétique des véhicules privés au Canada*, document N06-02p, préparé pour Ressources Naturelles Canada dans la cadre du projet no. 10 du plan de travail 2006-2007, 30 pages.

Berkowitz Micheal K. et al. (1990), Disaggregate analysis of the demand for gasoline, *The Canadian Journal of Economics*, vol. 23, no. 2, pp. 253-275.

Boucher Nathalie et Vekeman Francis (2005), *Rapport préliminaire : Étude de faisabilité pour l'estimation d'un modèle structurel agrégé de la distance parcourue par les véhicules légers au Canada*, document N04-05p, préparé pour Ressource Naturelles Canada dans le cadre du projet no. 13 du plan de travail 2004-2005, 29 pages.

Choo Sangho (2004), *Aggregate relationships between telecommunications and travel: Structural equation modeling of time series data*, Dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in civil and environmental engineering in the office of graduate studies of the University of California Davis, 199 pages.

Choo Sangho, Mokhtarian Patricia L. et Salomon Ilan (2005), Does telecommuting reduce vehicle-miles traveled? An aggregate time series analysis for the U.S., *Transportation*, vol. 32, no. 1, pp. 37-64.

Eltony M. Nagy (1993), Transport gasoline demand in Canada, *Journal of transport economics and policy*, vol. 27, no. 2, pp. 193-208.

Environnement Canada (2006). *Rapport d'inventaire national 1990-2004, Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, Gouvernement du Canada, 486 pages.

Fulton Lewis M., Noland Robert B., Meszler Daniel J. et Thomas John V. (2000), A statistical analysis of induced travel effects in the U.S. mid-atlantic region, *Journal of transportation and statistics*, vol. 3, no. 1, pp. 1-14.

Gallini Nancy T. (1983), Demand for gasoline in Canada, *The Canadian Journal of Economics*, vol. 16, no. 2, pp. 299-324.

Gately Dermot (1990), The U.S. demand for highway travel and motor fuel, *Energy Journal*, vol. 11, no. 3, pp. 59-74.

Gillen D. et Morrison W. (2000), *Evaluating alternative approaches to modeling policy prescriptions for improved energy efficiency in passenger automobiles and light trucks*, Rapport final préparé pour Ressources naturelles Canada, DWG Research Associates, 70 pages.

Goodwin Phil, Dargay Joyce et Hanly Mark (2004), Elasticities of road traffic and fuel consumption with respect to price and income: A review, *Transport Reviews*, vol. 24, no. 3, pp. 275-292.

Greene William H. (2003), *Econometric Analysis. Fifth Edition*, Prentice Hall.

Greene David L. (1992), Vehicle use and fuel economy: How big is the “rebound” effect?, *Energy Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 117-144.

Hansen Mark et Huang Yuanlin (1997), Road supply and traffic in California urban areas, *Transportation Research Part A*, vol. 31, pp. 205-218.

- Haughton Jonathan et Sarkar Soumodip (1996), Gasoline tax as a corrective tax: Estimates for the United States, 1970-1991, *Energy Journal*, vol. 17, no. 2, pp. 103-126.
- Hoover Greg et Burt Michael (2007), *Davantage de routes, davantage de déplacements ? Modélisation des déplacements des véhicules utilitaires légers*, Le Conference Board du Canada, 16 pages.
- Johansson Olof et Schipper Lee (1997), Measuring the long-run fuel demand for cars: Separate estimations of vehicle stock, mean fuel intensity, and mean annual driving distance, *Journal of transport economics and policy*, vol. 31, no. 3, pp. 277-292.
- Mannering Fred et Winston Clifford (1985), A dynamic empirical analysis of household vehicle ownership and utilization, *Rand Journal of Economics*, vol. 16, no. 2, pp. 215-236.
- Mayo John W. and Mathis John E. (1988), The effectiveness of mandatory fuel efficiency standards in reducing the demand for gasoline, *Applied Economics*, no. 20, pp. 211-219.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2006), *L'énergie pour construire le Québec de demain, La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*, Gouvernement du Québec, 120 pages.
- Nicol C.J. (2003), Elasticities of demand for gasoline in Canada and the United States, *Energy Economics*, vol. 25, no. 2, pp. 201-214.
- Noland Robert B. (2001), Relationships between highway capacity and induced vehicle travel, *Transportation research Part A*, vol. 35, pp. 47-72.
- Pickrell Don et Schimek Paul (1999), Growth in motor vehicle ownership and use: Evidence from the Nationwide Personal Transportation Survey, *Journal of transportation and statistics*, vol. 2, no. 1, pp. 1-17.

Puller Steven L. et Greening Lorna A. (1999), Household adjustment to gasoline price change: an analysis using 9 years of Us survey data, *Energy Economics*, vol. 21, pp. 37-52.

Small Kenneth A. et Van Dender Kurt (2007), Fuel efficiency and motor vehicle travel: The declining rebound effect, *Energy Journal*, vol. 28, no 1, pp. 25-51.

Small Kenneth A. et Van Dender Kurt (2005), *The effect of improved fuel economy on vehicle miles traveled: Estimating the rebound effect using U.S. State data, 1966-2001*, Energy Policy and economics working paper series 014, University of California Energy Institute, Berkeley, 36 pages.

Yatchew Adonis et No Joungyeo Angela (2001), Household gasoline demand in Canada, *Econometrica*, vol. 69, no. 6, pp. 1697-1709.

Wheaton William C. (1982), The long-run structure of transportation and gasoline demand, *The Bell Journal of Economics*, vol. 13, no. 2, pp. 439-454.

# Annexe 1

## Autres études recensées dans la littérature

Étude	Données	Identité	Type d'équation	Objectif
Wheaton (1982)	Coupes transversales 42 pays, 1972	$\frac{Q}{pop} = \frac{KM}{S} * \frac{S}{pop} * TCM$	Système d'équations	Déterminer comment le prix et le revenu influencent la consommation d'essence via $KM$ , $S$ et $TCM$ .
Mayo et Mathis (1989)	Séries chronologiques 1958 à 1984	$Q = KM * TCM$	Système d'équations	Expliquer la consommation d'essence aux États-Unis afin de mesurer l'effet indépendant du CAFE sur la demande d'essence.
Gately (1990)	Séries chronologiques 1966 à 1988	$Q = KM * TCM$	Système d'équations	Examiner les tendances futures du transport routier ( $KM$ , $TCM$ et $Q$ ) aux États-Unis.
Eltony (1993)	Données panel 10 provinces 1969-1988	$\frac{Q}{S} = \frac{KM}{S} * S * TCM$	Système d'équations	Déterminer la réponse agrégée des ménages canadiens suite à des changements dans le prix de l'essence.
Hansen et Huang (1997)	Données panel 44 régions 1973 à 1990	Aucune	Équation réduite	Estimer la relation entre l'offre d'autoroute d'état (lane-miles) et $KM$ pour les régions urbaines et métropolitaines de la Californie.
Fulton et al. (2000)	Données panel 4 régions 1969 à 1997	Aucune	Équation réduite	Tester l'hypothèse de la demande de transport induite pour la région mid-atlantique aux États-Unis.
Noland (2001)	Données panel 70 zones 1982 à 1996	Aucune	Équation réduite	Tester l'hypothèse de la demande induite de transport et déterminer empiriquement la relation entre les « lane-miles » et $KM$ aux États-Unis.
Choo (2004)	Séries chronologiques 1950 à 2000	n.d.	Système d'équations	Étudier les relations entre la télécommunication et le transport afin de les comparer à travers différents modes de transport aux États-Unis.
Choo et Mokhtarian (2005)	Séries chronologiques 1966 à 1999	Aucune	Équation réduite	Déterminer l'impact de la télécommunication sur $KM$ aux États-Unis.

## Annexe 2

### Transformations effectuées

Variable	Transformations effectuées
<i>KM</i>	Distance moyenne * nombre de véhicules (par type)
<i>pib</i>	Moyenne annuelle (données trimestrielles)
<i>p_ess</i>	Moyenne annuelle (données mensuelles)
<i>TCM</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Compilation des taux de consommation moyen de carburant sur route des petites voitures, des grosses voitures et des camions légers (litres/100km) par type de carburant (essence ou diesel)</li><li>2. Compilation des consommations d'énergie des petites voitures, des grosses voitures et des camions légers (%) par type de carburant (essence ou diesel)</li><li>3. Pondération des <i>TCM</i> selon la source d'énergie (essence ou diesel) (litres/100km)</li><li>4. Compilation de la répartition du nombre de véhicules (selon RNCan) par province et type de véhicules (petites voitures, grosses voitures et camions légers) (%)</li><li>5. Pondération du <i>TCM</i> selon la répartition du nombre de véhicules (litres/100km)</li></ol>
<i>p_veh</i>	Moyenne annuelle (données mensuelles)
<i>S</i>	Somme des trois types de véhicules (petites voitures, grosses voitures et camions légers dédiés au transport de passagers)
<i>pop</i>	Aucune
<i>pop16</i>	Addition de la population âgée de 16 à 64 ans à celle âgée de 65 ans et plus
<i>urb</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Compilation de la population vivant dans les centres urbains par province</li><li>2. Population vivant dans des centres urbains / population totale par province</li></ol>

## Annexe 3

### Base de données alternative : l'Enquête sur les véhicules au Canada

Cette première base de données alternative est construite à partir des données de l'*Enquête sur les véhicules au Canada* (EVC). L'EVC est réalisée par Statistique Canada à la demande de Transports Canada. Elle contient des informations sur le nombre de kilomètres parcourus par tous les types de véhicules routiers au pays y compris les VL. Cette catégorie inclut les véhicules personnels de moins de 4 500 kilogrammes et ce, qu'il s'agisse d'un véhicule à usage privé ou commercial. La base de données s'étend à ce jour du 4<sup>e</sup> trimestre de 1999 au 4<sup>e</sup> trimestre de 2005. L'enquête est effectuée au niveau des véhicules c'est-à-dire qu'un échantillon aléatoire est tiré de la population de tous les véhicules répertoriés dans les fichiers officiels d'enregistrement provinciaux des véhicules.<sup>44</sup> Un questionnaire est ensuite envoyé aux propriétaires des voitures et camions légers sélectionnés. Ce questionnaire est en fait un carnet d'activité de conduite qui comprend 11 questions répétées pour chaque déplacement effectué pendant une semaine typique. Il comptabilise notamment des renseignements pour tous les déplacements sur les lectures de l'odomètre au début et à la fin ainsi que sur les achats en carburant.<sup>45</sup>

Malheureusement, pour des raisons de confidentialité nous n'avons pas accès aux données désagrégées. Nous avons cependant accès aux estimations dérivées par Statistique Canada, à partir des résultats de l'EVC, des *KM* par trimestre et par province. En effet, l'enquête permet d'obtenir une estimation de la distance parcourue en moyenne par les véhicules dans une province. Cette estimation est ensuite multipliée par le nombre de véhicules dans la province pour obtenir la distance totale parcourue. Le panel initial est donc constitué de 25 trimestres et de 10 provinces/territoires.<sup>46</sup>

---

<sup>44</sup> Les véhicules exclus de l'échantillon sont les motocyclettes, les véhicules hors route comme les motoneiges et le matériel spécial tel le chasse-neige.

<sup>45</sup> L'information sur les achats de carburant est collectée seulement depuis le 4<sup>e</sup> trimestre de 2003.

<sup>46</sup> Les Territoires du Nord-Ouest, du Yukon et du Nunavut sont aussi regroupés avec la Colombie-Britannique puisque certaines variables explicatives ne sont pas disponibles pour chacune de ces régions.

La courte période d'échantillonnage de l'EVC (6 années) constitue une contrainte importante. Elle limite les possibilités d'analyse car la variabilité est insuffisante pour des fins d'estimations économétriques. À titre d'exemple, *TCM* ne subit presque aucune variation entre 1999 et 2004 (voir graphique 2.1).<sup>47</sup> Des estimations préliminaires confirment qu'un modèle peut difficilement être estimé grâce aux données actuelles de l'EVC. Les résultats obtenus sont instables et contre intuitifs. Soulignons tout de même que l'EVC constitue une source relativement fiable de données sur *KM* au Canada. Il est par conséquent probable que des résultats plus convaincants ressortent d'une telle analyse dans le futur.

---

<sup>47</sup> Il est à noter que *TCM* provient de la *Base de données nationale sur la consommation d'énergie* de Ressources Naturelles Canada.

## Annexe 4

### **Base de données alternative : fusion des données de l'Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés et de l'EVC**

Cette deuxième base de données alternative est construite à partir de la fusion des données de l'EVC et de l'*Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés* (ENUVeP). L'objectif de cette combinaison est d'allonger les séries temporelles afin d'être en mesure d'observer davantage de variabilité. L'ENUVeP est également réalisée par Statistique Canada mais pour le compte de RNCan. Elle dresse un portrait pour chaque province canadienne du nombre de kilomètres parcourus, du nombre de véhicules et de la consommation de carburant des VL. La base de données débute au 4<sup>e</sup> trimestre de 1994 pour se terminer au 3<sup>e</sup> trimestre de 1996. L'unité d'échantillonnage est le ménage détenteur de VL tiré d'un sous échantillon de l'*Enquête sur la population active*. Une entrevue téléphonique est d'abord effectuée afin d'obtenir les informations sur le ménage et les véhicules qu'il possède. Seul les VL utilisés au moins partiellement à des fins privées peuvent être retenus. Une fois les véhicules admissibles identifiés, un carnet est ensuite envoyé au ménage afin d'être complété par tous les utilisateurs d'un de ces véhicules choisi au hasard. Les lectures de l'odomètre se font à chaque achat d'essence pendant une durée d'un mois ainsi qu'au début et à la fin de la période d'enquête. Les distances effectuées sont finalement converties en distance moyenne par véhicule pour chaque province canadienne.

À partir de cette enquête, nous disposons d'un panel de 10 provinces et 8 trimestres qui peut être combiné à celui tiré de l'EVC. La coupure temporelle entre les deux est de 12 trimestres soit du 4<sup>e</sup> trimestre de 1996 au 3<sup>e</sup> trimestre de 1999. Une fois fusionnés, nous sommes en présence d'un panel comportant 10 provinces et 32 trimestres. La complication principale de cette approche provient du fait que ces enquêtes utilisent des méthodologies différentes et mesurent des concepts qui ne sont pas exactement comparables :

- La distance parcourue dans les Territoires canadiens est estimée dans l'EVC mais pas dans l'ENUVeP.
- La définition de VL comprend plus de véhicules dans l'EVC que dans l'ENUVeP. En effet, tous les véhicules de moins de 4 500 kilogrammes peu importe le type d'usage sont

considérés dans l'EVC alors que seuls les véhicules des ménages utilisés au moins partiellement à des fins privées font partie de l'ENUVeP.

- La durée de l'EVC est de une semaine comparativement à un mois pour l'ENUVeP.

Le tableau A.1 présente l'unité et la source des différentes variables incluses dans cette base de données.

**Tableau A.1 : Variables de la base de données ENUVeP-EVC**

Variable	Unité	Source
Kilomètres parcourus par l'ensemble des VL	Kilomètres	Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés (ENUVeP) (1994.4 à 1996.3) et Statistique Canada, Enquête sur les véhicules au Canada (EVC), cansim tableau 405-0008 (1999.4 à 2005.4)
Produit intérieur brut (PIB)	Dollars de 1997	The Conference Board of Canada
Prix de l'essence régulière à la pompe	Indice (1992=100)	Statistique Canada, Indice des prix à la consommation, cansim tableau 326-0001
Taux de consommation moyen de carburant de la flotte de VL	Km / litre d'essence	Ressources naturelles Canada (OEE), Base de données nationale sur la consommation d'énergie
Prix à l'achat et à la location des véhicules neufs	Indice (1992=100)	Statistique Canada, Indice des prix à la consommation, cansim tableau 326-0001
Nombre de véhicules légers	Véhicules	Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés (ENUVeP) (1994.4 à 1996.3) et Statistique Canada, Enquête sur les véhicules au Canada (EVC), cansim tableau 405-0006 (1999.4 à 2005.4)
Population totale	Personnes	Statistique Canada, Estimation de la population totale, cansim tableau 051-0005
Population en âge de conduire	Personnes	Statistique Canada, Estimation de la population selon l'âge et le sexe, cansim tableau 051-0001
Proportion de la population habitant en région urbaine	Pourcentage	Statistique Canada, Estimation de la population des divisions et régions métropolitaines de recensement, cansim tableau 051-0034

À nouveau, les premières estimations faites à l'aide de cette base de données sont instables et contre intuitives. Même avec l'ajout d'observations, la série temporelle demeure trop courte pour retracer une variabilité des régresseurs suffisante à l'estimation d'un modèle économétrique. Cette conclusion n'est pas surprenante puisque l'ENUVeP possède elle-même une très courte période d'échantillonnage (2 années). Les tableaux d'estimation des deux pages suivantes sont d'ailleurs tirés de cette base de données. Ils démontrent que des résultats contraires à la littérature sont observés notamment pour les variables liées au revenu et au prix des véhicules neufs. De plus, plusieurs déterminants importants ne sont pas significatifs.

## Distance parcourue

```
reg lnkpvl16 lnkpvl16lag lnstock_veh16 lnp_esskm lnpibcap urb date dich_prov1-dich_prov9
dich_trim1-dich_trim3
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	210
Model	4.58662391	18	.25481244	F( 18, 191) =	18.61
Residual	2.6152081	191	.013692189	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.6369
				Adj R-squared =	0.6026
Total	7.20183202	209	.034458526	Root MSE =	.11701

lnkpvl16	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnkpvl16lag	.0279925	.0653741	0.43	0.669	-.1009554 .1569404
lnstock_v~16	.8558105	.2819207	3.04	0.003	.2997326 1.411888
lnp_esskm	-.1532602	.1169449	-1.31	0.192	-.3839295 .0774091
lnpibcap	-.6920254	.2273087	-3.04	0.003	-1.140383 -.2436677
urb	.0033274	.0114233	0.29	0.771	-.0192047 .0258595
date	.0047495	.002353	2.02	0.045	.0001082 .0093908
dich_prov1	-.0549481	.3139198	-0.18	0.861	-.674143 .5642469
dich_prov2	.0454165	.6883577	0.07	0.947	-1.312343 1.403176
dich_prov3	.1074918	.2418094	0.44	0.657	-.369468 .5844516
dich_prov4	.1650389	.4950255	0.33	0.739	-.8113801 1.141458
dich_prov5	.0197819	.0837884	0.24	0.814	-.1454875 .1850514
dich_prov6	.1702573	.1535404	1.11	0.269	-.1325954 .47311
dich_prov7	-.0004334	.042663	-0.01	0.992	-.0845846 .0837178
dich_prov8	.1746498	.2025338	0.86	0.390	-.2248405 .5741401
dich_prov9	.3024673	.0963768	3.14	0.002	.1123677 .4925669
dich_trim1	-.0724498	.0238514	-3.04	0.003	-.1194958 -.0254037
dich_trim2	.0810947	.0239234	3.39	0.001	.0339068 .1282827
dich_trim3	.11876	.0241966	4.91	0.000	.071033 .1664869
_cons	14.45625	2.207238	6.55	0.000	10.10255 18.80994

## Nombre de véhicules

```
reg lnstock_veh16 lnstock_veh16lag lnkpvl16 lnp_esskm lnpibcap lnp_veh urb date dich_prov1-
dich_prov9 dich_trim1-dich_trim3
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	210
Model	2.21842084	19	.116758992	F( 19, 190) =	158.48
Residual	.13997904	190	.000736732	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.9406
				Adj R-squared =	0.9347
Total	2.35839988	209	.01128421	Root MSE =	.02714

lnstock_v~16	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnstock~6lag	.2268148	.0582071	3.90	0.000	.1119996 .3416299
lnkpvl16	.0330366	.0167755	1.97	0.050	-.0000535 .0661267
lnp_esskm	-.0095084	.0273288	-0.35	0.728	-.0634153 .0443984
lnpibcap	.1191511	.0561116	2.12	0.035	.0084695 .2298327
lnp_veh	.4337362	.1223006	3.55	0.000	.1924947 .6749776
urb	-.008915	.0027974	-3.19	0.002	-.014433 -.003397
date	.0015144	.0005445	2.78	0.006	.0004404 .0025884
dich_prov1	-.2992833	.0740215	-4.04	0.000	-.4452927 -.1532739
dich_prov2	-.4894972	.1714297	-2.86	0.005	-.827647 -.1513473
dich_prov3	-.1587527	.0603291	-2.63	0.009	-.2777535 -.0397519
dich_prov4	-.3290875	.1241093	-2.65	0.009	-.5738966 -.0842783
dich_prov5	.0354031	.0207289	1.71	0.089	-.0054853 .0762914
dich_prov6	.0915362	.0383688	2.39	0.018	.0158526 .1672198
dich_prov7	-.0176888	.0099559	-1.78	0.077	-.0373271 .0019495
dich_prov8	-.0303216	.0532957	-0.57	0.570	-.1354488 .0748056
dich_prov9	.1369652	.0200991	6.81	0.000	.097319 .1766113
dich_trim1	-.0041416	.0057987	-0.71	0.476	-.0155798 .0072965
dich_trim2	-.0112673	.0055794	-2.02	0.045	-.0222729 -.0002617
dich_trim3	.0020702	.0059602	0.35	0.729	-.0096864 .0138268
_cons	-3.576868	.8939865	-4.00	0.000	-5.340282 -1.813455

### Taux de consommation moyen de carburant

reg lntcm lntcmlag lnkpv116 lnp\_ess lnplibcap urb date dich\_prov1-dich\_prov9 dich\_trim1-dich\_trim3

Source	SS	df	MS	Number of obs =	210
Model	.138572577	18	.007698477	F( 18, 191) =	33.75
Residual	.043568924	191	.00022811	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.7608
				Adj R-squared =	0.7383
Total	.182141501	209	.00087149	Root MSE =	.0151

lntcm	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lntcmlag	.1548124	.066816	2.32	0.022	.0230205 .2866044
lnkpv116	.0084198	.0092725	0.91	0.365	-.0098698 .0267094
lnp_ess	.0256607	.0158043	1.62	0.106	-.0055126 .056834
lnplibcap	-.0428174	.0295164	-1.45	0.149	-.1010375 .0154027
urb	-.0012456	.0014634	-0.85	0.396	-.0041321 .0016409
date	.0012872	.0003027	4.25	0.000	.0006901 .0018844
dich_prov1	-.0457282	.0394036	-1.16	0.247	-.1234503 .0319939
dich_prov2	-.100204	.0883078	-1.13	0.258	-.2743877 .0739798
dich_prov3	-.0564475	.0310483	-1.82	0.071	-.1176891 .0047941
dich_prov4	-.0702423	.0636094	-1.10	0.271	-.1957095 .0552248
dich_prov5	-.0337101	.0111846	-3.01	0.003	-.0557713 -.0116489
dich_prov6	-.0032877	.0199886	-0.16	0.870	-.0427143 .036139
dich_prov7	-.0158871	.0055316	-2.87	0.005	-.026798 -.0049763
dich_prov8	-.0125046	.0260409	-0.48	0.632	-.0638694 .0388601
dich_prov9	.0313066	.0110046	2.84	0.005	.0096005 .0530127
dich_trim1	.0063815	.0030317	2.10	0.037	.0004016 .0123615
dich_trim2	.0020467	.0030812	0.66	0.507	-.0040309 .0081242
dich_trim3	.000218	.0031783	0.07	0.945	-.0060511 .0064872
_cons	-1.698327	.3481626	-4.88	0.000	-2.385064 -1.011589