

**Université de Montréal**

Nonlinéarités spécifiques dans le modèle DRAG - le cas de l'alcool

Par:

Centre de doc

MAR 2 1992

sciences é

CATHERINE LAPLANTE

DEPARTEMENT DE SCIENCES ECONOMIQUES

FACULTE DES ARTS ET DES SCIENCES

MARS 1991

**Rapport de recherche présenté à la faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade Maîtrise en Sciences (M.Sc)**

©Catherine Laplante, 1991.

*En mémoire de "Lucrèce"*

05-02-91.

## PLAN

### INTRODUCTION

#### 1) Revue de la littérature:

##### 1.1: L'alcool

- 1) Le contexte social et l'idéologie
- 2) Son impact psychologique et physiologique
- 3) Niveau d'alcoolémie

##### 1.2: La sécurité routière

- 1) Qui a des accidents
- 2) Relation entre l'alcool et le risque d'accident
- 3) Politiques de correction
- 4) La modélisation Lederman et De Palma

#### II) Le modèle DRAG

##### 2.1: Les variables et le modèle

- 1) Liste descriptive
- 2) Idée de la paramétrisation: forme quadratique
- 3) Graphiques des variables d'alcool

#### III) Spécification économétrique

##### 3.1: Le logiciel L 1-3

3.2: Les modèles de niveau et le logit: les deux possibilités

3.3: Le choix du modèle avec ses formes d'hétéroscédasticité, d'autocorrélation  
la forme quadratique et les transformations de Box-Cox

#### IV) Analyse des résultats

4.1: Par équation et par variable

1) Tests statistiques

2) Les élasticités

#### CONCLUSION:

ANNEXE 1: La transformation du modèle avec MBCD

ANNEXE 2: L'invariance des paramètres aux exposants combinés à la transformation de Box-Cox.

ANNEXE 3: Les principaux résultats

ANNEXE 4: Le modèle de référence

ANNEXE 5: Les principaux résultats du modèle désagrégé

ANNEXE 6: Élasticités directes et indirectes

Liste de Tableaux:

#1 Log de vraisemblance: modèles agrégés et désagrégés

#2 L'élasticité directe et totale de PRALT: modèle agrégé

#3 L'élasticité directe de PRVIN, PRSPI ET PRBIE: modèle désagrégé

#4 L'élasticité totale de PRVIN, PRSPI ET PRBIE: modèle désagrégé

## SOMMAIRE

Dans ce travail, nous nous attardons à l'alcool au volant. Plus précisément, nous cherchons à expliquer la probabilité d'avoir un accident à volume d'alcool donné par unité sanguine.

Dans un premier temps, nous nous attardons à l'alcool dans le contexte social. En général, les gens ne boivent pas dans un contexte isolé, ils consomment à intervalles réguliers et des faibles quantités.

A faible volume, il semble y avoir des effets physiologiques affectant les réflexes et la pression artérielle. Pour ces raisons, nous nous attarderons à la forme fonctionnelle quadratique des variables d'alcool expliquant la demande routière, les accidents et leur gravité pour le Québec. Une étude approfondie nous permet de voir que l'alcoolémie affecte la probabilité d'accident. Pour un volume donné, il est possible qu'une personne ayant consommé de l'alcool aie moins de chance d'être impliquée dans un accident de la route qu'une personne n'ayant rien bu. Nous recherchons justement le seuil de consommation critique où se trouve la probabilité minimale. Sur l'intervalle (0-30) mg / 100 ml, la probabilité d'avoir un accident est à la baisse.

## REMERCIEMENTS

Avant tout, je tiens à remercier M. Marc Gaudry de son support et de sa patience. Il a su susciter l'intérêt nécessaire à la réalisation de ce travail de recherche. Je tiens aussi à remercier les membres du Centre de Recherche sur les Transports qui m'ont aidée techniquement. Parallèlement, j'aimerais souligner les multiples efforts et sacrifices de mes parents qui m'ont permis de réaliser cet objectif.

## INTRODUCTION

La recherche de l'impact de l'alcool sur la sécurité routière constitue le point central de notre analyse. Avant de parler du risque associé à l'alcool, nous étudierons la consommation par groupe d'âge afin de déterminer quelle place elle occupe dans notre société. Une fois que nous aurons déterminé qui boit, nous examinerons l'impact de l'alcool sur la personne. L'aspect psychologique a une influence importante sur le seuil d'alcoolémie acceptable.

Dans une seconde étape, nous nous attarderons à la relation entre les accidents de la route et la consommation de l'alcool. Nous essayerons d'établir le lien entre ces deux facteurs.

Afin de tester cette relation empiriquement, nous utiliserons le modèle de demande routière (Gaudry, 1984) "DRAG" qui modélise la Demande Routière, les Accidents et leur Gravité en utilisant des séries chronologiques allant de 1956 à 1982. Nous formulerons une variante de ce modèle dans le but d'étudier l'existence potentielle d'une forme quadratique de la courbe de probabilité d'avoir un accident en fonction du volume d'alcool consommé, hypothèse formulée par Gaudry.

La spécification économétrique des équations estimées suivra celle des modèles de niveau de demande de transport avec des transformations de Box-Cox et une structure d'autocorrélation. Toutes les estimations seront faites avec l'algorithme L 1-3 développé par Liem, Gaudry et Dagenais. Toutes les équations seront ré-estimées avec le logiciel TRIO

développé au Centre de Recherche sur les Transports.

L'analyse des résultats finaux prendra deux formes. En premier lieu, nous analyserons le modèle de façon globale en étudiant l'impact du relâchement de chaque contrainte imposée. En second lieu, nous nous attarderons aux variables explicatives. L'analyse sera faite du point de vue statistique. Nous nous attarderons surtout à la robustesse des résultats. Nous chercherons ensuite à répondre à la question suivante: "Devrions nous boire un peu avant de prendre le volant afin de réduire le volume d'accidents?"



## CHAPITRE I: LA LITTÉRATURE

### 1.1: L'alcool

#### 1.1.1: L'alcool dans le contexte social.

La consommation d'alcool entre dans nos moeurs. Phénomène socialement accepté, l'habitude se transmet d'une génération à une autre, à l'intérieur ou à l'extérieur du contexte familial. En général, nous adoptons des habitudes similaires à celles de nos aînés et d'une autre part, nous nous imitons entre nous<sup>1</sup>. Les jeunes consomment en groupe entre les repas mais une quantité totale inférieure aux adultes. Préférant plutôt la bière et l'alcool fort au vin et aux apéritifs, ils ne boivent pas les mêmes types de boissons mais avec l'âge, leurs habitudes rejoignent celles de leurs parents.

Une fois l'habitude prise, la disponibilité affecte la fréquence de consommation. La loi américaine reflète les habitudes des jeunes consommateurs en favorisant l'achat de bière par rapport au vin en la rendant plus accessible. Chez la progéniture, la quantité consommée varie surtout en fonction de l'accès à la boisson. Par exemple, les jeunes américains<sup>2</sup> boivent surtout en groupe à la maison plutôt que dans des bars ou au restaurant car il est difficile de se procurer l'alcool. A l'achat, on exige la carte d'identité. Au Québec par contre, la bière et le vin sont vendus sans preuve d'âge et dans tous les dépanneurs.

La disponibilité de l'alcool et l'accoutumance stimulent la consommation. Lorsqu'un groupe se réunit, le plaisir exprimé par les buveurs encourage les non-buveurs à s'initier. Le problème de l'initiation est tout aussi important que le problème de contrôle dans notre société

car la consommation d'alcool est permise. Aucune sanction pénale ne la condamne. La loi n'est qu'un cadre social dans un contexte démocratique qui privilégie l'ordre et la discipline, en visant le contrôle des erreurs à partir des mesures de dissuasion<sup>3</sup>. Or actuellement, la réglementation ne considère pas la consommation d'alcool comme une faute ou un mal pour la société.

#### 1.1.2: Son impact physique et psychologique.

Le contexte social dans lequel l'individu se situe dicte la quantité à consommer. L'exposition fréquente augmente la tolérance car toute consommation laisse sa trace dans l'organisme. Physiologiquement l'accoutumance à l'alcool dépend des réactions corporelles à une dose spécifique et à l'espacement entre chaque ingestion. Le corps enregistre les réactions passées et le souvenir de la quantité absorbée subsiste mais diminue avec le temps. A court terme, les poumons et le foie éliminent la dose en moins de 24 heures. Le foie s'adapte à la consommation en sécrétant des enzymes ADH (aldéhyde deshydrogénase). "Deux à dix pour cent de l'éthanol est excrété directement par voie respiratoire, urinale et par la sueur mais la plus grande part est métabolisée en ADH par le foie"<sup>4</sup>. "Des études cliniques montrent que la cinétique d'oubli appelée la GAMMA  $gt^1$  à la suite d'un sevrage d'alcool suit une loi exponentielle décroissante". L'accoutumance devient un stock accumulé d'expériences et de feed-back conduisant à l'acceptation ou au refus de boire davantage. Le calcul de la quantité à consommer est un circuit ouvert. Plus je consomme, plus je dois augmenter la dose pour conserver le même niveau de bien être. Cette accoutumance dicte la consommation sous forme

---

<sup>1</sup> Indicateur de dépendance à l'alcool.

de marge de sécurité nécessaire à la même satisfaction.<sup>5</sup>

Outre son rôle de dégustation ou de désaltérant, la boisson alcoolisée remplit essentiellement "une fonction de libéralisation des contraintes dans une société ou précisément l'ensemble des contraintes est considérable"<sup>6</sup>. La valeur de l'individu associée à l'alcool est reliée à ses caractéristiques socio-économiques: revenu, occupation, statut, niveau de scolarité....

Le besoin de créativité et le désir de convivialité nous motivent à boire. Le contexte affecte la question de norme et du seuil de consommation acceptable. En l'absence des contraintes sociales, l'alcool ressemble à la drogue en offrant à l'individu un moyen d'évasion du monde extérieur ou de la réalité en modifiant temporairement sa table de valeurs. Le régime de consommation de long terme dépend de l'état des habitudes initiales de l'individu. Toutefois, il existe un seuil critique, qui une fois dépassé, donne lieu à une consommation névrotique. Le paramètre essentiel dans le passage de la réaction positive à la réaction négative, c'est la dose. Le comportement rationnel de l'individu sera d'augmenter la dose s'il veut augmenter le degré de satisfaction mais sa propre perception du bien être est subjective et intériorisée.

L'invincible besoin d'augmenter la dose consommée et de réduire l'intervalle entre chacune décrit le comportement du toxicomane. La dépendance à la drogue correspond à l'incapacité de l'individu de fonctionner sans elle. Pour une même consommation moyenne, l'impact varie beaucoup selon la fréquence. Il dépend de la dose, de l'état de santé de l'individu et de l'interaction entre les effets à court et à long terme<sup>7</sup>. Le feed-back de la sensation de sécurité est une valeur auto conditionnée par l'individu attribuée à la notion d'accomplissement du but de la consommation. "Suis-je suffisamment détendue?" L'effet de long terme s'inscrit

dans la mémoire de l'individu par la conscience des dommages dûs à la dépendance. L'alcool menace l'individu lorsque sa consommation altère négativement son comportement.

Bref, un individu réagit négativement à l'alcool quand l'aspect maléfique réduit son bien être. Dans le cas où la réaction est positive, l'individu en retire un plaisir substantiel, sa consommation passe tranquillement de l'usage à l'abus d'alcool. Tout dépend de son substratum psychique, et même le corps médical n'a pas d'explication à y apporter.

La majorité des consommateurs ne boivent pas dans un contexte isolé mais dans un contexte social, une fête ou un vernissage, après le bureau, au souper... et dans ces cas, la consommation moyenne joue un rôle de norme pour l'ensemble des buveurs<sup>8</sup>. Les effets accumulés ne sont pas strictement fonction de la moyenne de la distribution de la consommation mais de la forme exacte de cette distribution. "L'hypothèse de Ledermann implique que la variance de la distribution des consommateurs décroît lorsque la moyenne des consommations diminue"<sup>9</sup>. La variance est approximativement stable en fonction de la consommation moyenne. Ceci implique que l'usage moyen constitue un bon indicateur de la distribution de la consommation pour la population étudiée. Selon Ledermann, la distribution de la consommation d'alcool dans la population suit une loi log-normale. Cette distribution comporte sur sa droite une longue queue de gros consommateurs en nombre progressivement décroissant<sup>10</sup>. Ceci implique qu'une baisse de la consommation moyenne réduit l'effet global de l'alcoolisme sur la population.

Lors de l'évaluation de la demande moyenne à l'aide d'un modèle économétrique tout est

exprimé en valeur moyenne. Ceci implique que l'individu à revenu moyen consomme la quantité moyenne. Malgré le fait qu'en général le modèle agrégé n'a pas de pouvoir explicatif, il peut toutefois apporter des informations intéressantes sur les quantités. La connaissance de la distribution de la population de buveurs permet une estimation plus efficace de l'impact de l'alcool.

Il ne faut jamais confondre le consommateur moyen agrégé tel que défini par les données statistiques avec l'ensemble des buveurs car elle n'incorpore pas les variations de stocks, le tourisme et d'autres facteurs qui peuvent influencer la consommation totale agrégée. Il croit que le consommateur type n'existe pas. La moyenne des variables ne peut pas servir d'outil pour mesurer l'impact des politiques associées. Les habitudes demeurent propres à chaque consommateur. De Palma a remarqué pour la population américaine que 90% des buveurs potentiels consomment 50% de l'alcool vendu. Il est connu que le nombre de gros buveurs demeure une constante et la variance de la population reste stable.

Lors des enquêtes, les individus sous-estiment leur consommation moyenne. Gresson et Stacey<sup>11</sup> la corrige par une relation de la forme suivante:  $p = aq^b$  où  $a$  et  $b$  sont des paramètres estimés et  $q$  le volume réel consommé. Ils appliquent cette loi de correction du biais systématique avant l'agrégation<sup>12</sup>.

Avant de tirer toute conclusion, il faut supposer que la population des buveurs est indépendamment et identiquement distribuée. La variation dans les doses absorbées devient une variable aléatoire et dans cet esprit, l'étude d'impact de l'alcool sur le corps devient réalisable.

Le docteur Péquignot étudie l'incidence de l'alcool sur le corps. Il l'évalue à partir d'une notion de risque relatif. Il l'évalue en comparant le nombre de buveurs malades à un groupe témoin  $R = M/T$  où M est le nombre de malades et T les témoins. Péquignot et Tuyns<sup>13</sup> mettent l'accent sur la notion de seuil critique en associant le cancer de l'oesophage aux buveurs réguliers (personne qui consomme 40 - 60 grammes par jour). Parallèlement, les auteurs Shaper, Walker et Wannamenthee<sup>14</sup> trouvent une relation entre le risque de décès suite à une maladie cardiovasculaire et l'accoutumance à l'alcool. Ils suggèrent l'existence d'une baisse de risque de maladie cardiaque associée à une consommation moyenne d'alcool chez les hommes pratiquant un travail manuel. Pour la population étudiée, le taux de mortalité chez les buveurs était inférieur à celui des non-buveurs. La consommation régulière à petite dose aurait-elle une influence sur la santé de l'individu? Il est difficile d'isoler les effets de l'alcool sur la maladie car la réaction physiologique de l'être humain dépend de plusieurs facteurs: le poids, la masse musculaire, le niveau de sommeil, le stress, le temps de consommation, les habitudes alimentaires. La causalité de l'alcool à la maladie demeure un sujet controversé. Beaucoup d'autres facteurs influencent le risque de maladie. Une loi de type arbitraire pourrait déterminer quelle est la part du risque attribuable à l'alcool.

Ledermann<sup>15</sup> suggère qu'une résultante de plusieurs facteurs simultanés affecte le risque de maladie. Il croit qu'une consommation modérée mène souvent à une augmentation graduelle de la dose et de la fréquence<sup>16</sup> d'où les problèmes de santé. Mais dans l'ensemble, il suggère une relation non-linéaire entre la dose et l'effet. Selon lui, toutes les doses aussi petites qu'elles soient augmentent les probabilités de risque associé à celle-ci. La loi des carrés de Ledermann exploite implicitement la forme convexe de la fonction entre effet et dose. Plus particulièrement,

Péquignot, Tunys et Berta <sup>17</sup> étudient la forme de la relation. Ils proposent une relation logarithmique entre le risque relatif de cirrhose et de la consommation moyenne. Ils l'expliquent par la relation suivante:  $\log R^r = a + bC$  où  $a$  est estimé à 0.0874,  $b$  à 0.00147 et  $C$  la consommation moyenne. Les données sur la population ontarienne expriment une relation de causalité concave pour une faible dose d'alcool et convexe pour une grosse dose. Le phénomène de seuil de tolérance devient omniprésent dans ce type d'étude. La forme fonctionnelle exploite l'idée suivante: une petite dose augmente les probabilités de risque, une consommation moyenne les réduit et de fortes doses l'augmentent. Elle se traduit en courbe sinusoïdale. Schmidt confirme cette relation pour des données agrégées<sup>18</sup>.

Avant de passer à l'étude empirique de cette relation de consommation des accidents de la route, examinons d'abord l'effet de l'alcool sur les réflexes du corps humain. Elle sert d'inhibiteur ou d'excitant dépendant des forces électrochimiques sur la membrane cellulaire. Elle peut augmenter ou diminuer la synthèse de l'influx nerveux. D'où, à forte dose, l'alcool ralentit les fonctions vitales. Elle déprime le cervelet produisant un manque de coordination et de la confusion. Puisque le cerveau fonctionne à l'aide d'influx nerveux, de petites doses affectent le temps de réaction et le champ de vision. Selon Wilkinson et Colquhoun<sup>19</sup>, l'effet de l'alcool sur la vitesse de transmission dépend aussi du niveau de sommeil et de l'alcoolémie. En cas de perte de sommeil, l'alcool à forte dose réduit la performance des individus mais à faible dose, elle l'améliore. Chez les gens reposés, l'impact de l'alcool était en général plus prononcé.

## 1.2: Sécurité routière

### 1.2.1: Qui a des accidents

Régulièrement, des événements fortuits engendrent des collisions entre des automobiles impliquant un ou plusieurs chauffeurs. La distribution des accidents suit-elle celle des groupes de la population? L'étude de Grand Rapids a tenté de répondre à cette question. Dans un premier temps, nous analysons la distribution des accidents de la route. Nous cherchons à savoir quelles sous groupes sont plus à risque. Dans une seconde étape, nous tentons d'associer le facteur alcool aux accidents de la route. Nous posons la question suivante: "L'alcool est-il un facteur déterminant dans le risque d'accident et à quel taux d'alcoolémie?" Une fois l'association faite, nous nous attarderons à l'impact de la législation sur l'incidence d'accidents. Nous cherchons à savoir quels politiques sont les plus efficaces et comment faire pour réduire le nombre accidents.

Le risque de collision dépend de trois choses: le chauffeur principal, les autres chauffeurs et les conditions de la route. Les accidents à chauffeur unique se caractérisent par des sorties de route, des collisions avec des objets arrêtés ou une vitesse excessive. A la base, la combinaison sexe et âge permet une séparation efficace. Une étude plus approfondie des échantillons expose le facteur social. Le risque de collision semble diminuer avec l'escalade du grade occupationnel et scolaire. On ressent un certain gain de responsabilité dans le temps et une modification du comportement en fonction du poste. L'homme célibataire âgé entre 25 et 34 ans, n'ayant pas terminé son secondaire court le risque d'accident le plus élevé.



Le comportement du chauffeur et le type de blessures encourues sont surtout fonction de l'âge et du sexe<sup>20</sup>. A première vue, les jeunes hommes ont plus d'accidents que les jeunes femmes et ils sont prédisposés aux blessures car ils ne portent pas leur ceinture; les blessures seront plus souvent encourues à la tête. Parallèlement, les femmes ont tendance à conduire avec plus de passagers, elles ont donc plus de blessées dans leurs accidents<sup>21</sup>. Cette relation se stabilise dans le temps et finit par s'inverser. Les femmes seraient donc plus prudentes lorsqu'elles sont jeunes et les hommes lorsqu'ils vieillissent.

Le risque d'accident chez les jeunes s'attribue en partie au manque d'expérience. Ils parcourent souvent un faible kilométrage annuel. Ils ont tendance à moins respecter le code de la route et à conduire trop vite. Par exemple, en Angleterre<sup>22</sup>, les accidents de la route constituent la principale cause de décès chez les jeunes de 18 à 20 ans. Dans quelle mesure pouvons nous impliquer l'alcool?

### 1.2.2: Relation entre l'alcool et les accidents

L'étude de Grand Rapids au Michigan cherche à évaluer l'impact de l'alcool sur l'incidence d'accidents et se pose la même question. Afin d'y répondre, les chercheurs ont créé un groupe contrôle reflétant les caractéristiques d'achalandage routier et la distribution des accidents selon l'alcoolémie. Le montage de l'échantillon était basé sur deux choses: l'emplacement physique et temporel de l'accident ainsi que le volume d'alcool dans le sang. L'alcoolémie ou concentration en grammes d'alcool par 100ml de sang est un reflet de la quantité ingérée et de la capacité d'absorption de l'individu. Cette concentration peut être estimée par

un alcootest, celui-ci dosant une quantité d'alcool par unité d'air expiré<sup>23</sup>. La reproduction de l'échantillon, basé sur un questionnaire très précis et un "alcootest" exigeait la plus grande collaboration publique. L'examen se base sur l'heure du déplacement, les conditions de la route, le volume de trafic, des attributs sociaux du conducteur, ses habitudes de consommation et le but du déplacement. Chaque bloc suit la distribution de la population. Un groupe de contrôle sert à créer un échantillon à caractère identique à celui du groupe des accidentés. Neuf variables clefs sont considérées: le BAC, l'âge, le niveau de scolarité, la race et nationalité, le statut social, l'occupation et le sexe. L'analyse par facteur s'avère significative au seuil de 5% suivant la distribution du Khi-carré.

En premier lieu, l'étude calculant l'indice de risque d'accident est montrée comme suit:

$$A = \sum a_i \quad C = \sum c_i$$

où a représente le groupe des accidents et c le groupe de contrôle

La distribution similaire de ces deux échantillons permet la définition de la probabilité d'avoir un accident pour la population étudiée.

$$e = \frac{A}{A+C} * (a_i + c_i)$$

Les groupes sont classés en fonction de leur alcoolémie. Les individus ayant consommé une faible dose (bac entre 0-9 mg/ 100 ml) constituent le groupe de base. L'analyse démontre que les groupes à faible kilométrage annuel, l'âge jeune ou très avancé, un faible niveau de scolarité

ou de responsabilité professionnelle représentent les caractéristiques du groupe le plus à risque. Bref, ceux qui sont prédisposés à boire ont plus d'accidents.

Pour faciliter l'association de l'alcool au risque d'accident, nous prenons le sous échantillon des accidents à chauffeur unique et nous divisons par niveaux d'alcool. Dans ce cas, 50% des accidents résultent d'une erreur humaine. Pour les deux groupes, les accidents sont classés selon leur gravité et l'étendue de dégâts matériels. Dans les deux cas, la gravité augmente conjointement avec l'alcoolémie. Paradoxalement, entre 10-49 mg/100ml il y a moins d'accidents que ceux qui ont consommé de plus faibles doses. Selon Alain Donelson<sup>24</sup>, la probabilité pour un volume consommé avec une intervalle de confiance de 95% spécifiant le risque de collision suite à un volume consommé est positive à un niveau de 0.03 et négative à un niveau de 0.04. Le risque remonte de façon significative au niveau de 0.08. Il suggère la possibilité d'une forme quadratique. Pour ce même intervalle, l'ingestion fréquente d'alcool réduit le risque relatif de ce sous groupe. Ce facteur empêche la distinction du risque associé à un niveau d'alcoolémie. Le risque élevé d'accident peut alors être associé à la somme des effets indirects d'autres variables.

Dans l'analyse bi-factorielle, le volume d'alcool dans le sang est divisé en cinq catégories: 1 = [ 0 - 09 ], 2 = [ 10 - 49 ], 3 = [ 50 - 79 ], 4 = [ 80 - 109 ] et 5 = [ 110 - + ]. Les combinaisons du facteur alcool associé à un facteur x se distinguent comme étant un bon descripteur de risque d'accident.

Le test multi-classe se concentre sur la variation de l'alcoolémie lorsqu'au moins un

facteur est gardé fixe. Toutes les combinaisons sont significatives. Il révèle que des niveaux élevés d'alcool ne sont pas associés à une classe particulière outre le sexe et le niveau de responsabilité professionnelle. Seul le sexe au niveau secondaire varie significativement avec l'alcoolémie. Par exemple, si nous considérons la population d'étudiants au secondaire, le fait seul d'être un garçon prédispose aux accidents de la route quelque soit l'alcoolémie. En effet, les femmes ne deviennent à risque qu'après avoir atteint un taux de 80mg par 100ml de sang ce qui représente le seuil critique de la population générale. Ceci aurait été démontré de façon statistiquement significative.

### 1.2.3: Les politiques de correction

Le résultat suivant est indéniable. Le risque d'accident croît avec le BAC. La variation du risque dépend de l'accoutumance et de la fréquence de l'ingestion et est plus élevée chez les gens d'âge extrême. Nécessairement, la disponibilité de l'alcool influence la consommation donc le risque d'accident. Au Michigan, Douglas et Wagenaar<sup>25</sup> ont trouvé une relation positive entre la disponibilité de l'alcool et les accidents à morbidité. Ces deux facteurs ne peuvent être séparés.

Puisqu'il est clair que l'alcool au volant augmente le nombre d'accidents, les deux tiers des accidents nocturnes à véhicule unique impliquaient un chauffeur en état d'ébriété. En 1982, aux États-unis 39% des accidents fatals étaient dus à l'alcool<sup>26</sup>. Ces accidents représentent entre 5 et 10 % des accidents totaux. Cette mesure représente 45% des accidents graves et 35% des décès<sup>27</sup>. Ce problème est particulièrement important chez les jeunes garçons (7% de la

population automobile). Les conducteurs âgés de moins de 35 ans représentent environ 45% de la population des chauffeurs et 60% des accidents. Cette classe est la plus prédisposée à conduire après avoir consommé de la drogue ou de l'alcool.

Devrions nous nous attaquer à une législation plus efficace ou à une rééducation sociale? A travers le monde, la législation condamne de plus en plus l'alcool au volant. Le taux d'alcool accepté dans le sang varie entre 0mg/100ml et 10mg/100ml selon le pays. La pénalité associée à l'infraction varie elle aussi. Les autorités s'accordent pour dire que l'alcool augmente le risque d'accident. Plusieurs idées de corrections sont proposées et essayées à travers les pays. Certes, elles ont échoué dans plusieurs cas. Après trois ans, les consommateurs retrouvent leur habitudes initiales. La tendance ne change pas mais elle se déplace temporairement.

Ce phénomène serait attribuable au manque de sévérité de la pénalité. La menace n'étant pas crédible, les gens boivent et ils conduisent sans se faire prendre. Il faut s'attaquer à la base du problème mais comment? Examinons quelques politiques qui ont été utilisées pour tenter de réduire la prévalence de la conduite en état d'ébriété.

Shapiro et Votey ont opté pour l'institution de mesures coercitives imposées dans le cas où le conducteur commet le délit de conduire en état d'ébriété. Dans le contexte suédois, une personne trouvée coupable du crime d'ivresse au volant sera tenue financièrement responsable des coûts d'emprisonnement. La perte de licence et la responsabilité financière les effraient. Parallèlement, le renforcement policier améliore aussi la sécurité routière. Le nombre d'accidents a été significativement réduit par la restriction de conduite ou la révocation du permis de

conduire. L'analyse prend alors une tendance bénéfice-coût qui est contrainte par la question suivante: Quels sont les bénéfices de l'alcool versus les coûts de l'emprisonnement potentiel?

$P(J/C)$  probabilité d'emprisonnement et condamnation

$P(A/C)$  probabilité de conviction et d'arrestation

Coût total =  $P(J/C)*P(A/C)J$  où  $J$  = le coût de l'emprisonnement. L'optimisation de la fonction d'utilité sous la contrainte budgétaire permet le choix adéquat.

Au lieu de s'attaquer aux conséquences, les américains se sont attaqués à la cause fondamentale. Au Michigan, les autorités ont tenté de réduire la disponibilité de l'alcool. Suite à cette action, ils ont découvert une relation positive entre la disponibilité de l'alcool et les accidents de la route à mortalité. L'article de Grossman et Saffer intitulé "Beer Taxes, the legal drinking age and youth motor vehicle fatalities", traite de l'âge légal de consommation. Il stipule qu'une taxe à la consommation de bière est plus efficace que l'augmentation de l'âge de conduite ou de consommation car les jeunes demandent aux plus âgés de leur procurer l'alcool ou encore, ils falsifient leurs cartes d'identité. La variation des prix affecte le revenu et les prix relatifs. Dans le cas où le prix est changé, la demande est affectée.

Les auteurs proposent aussi la modification de l'âge de conduite. Ils suggèrent un âge minimum de 25 ans. Cette politique réduit le volume d'accident de 10% à 15% durant la première année mais le niveau de mortalité et d'accidents retrouve son seuil initial après trois ans. L'âge et l'expérience de conduite sont plus importants que le volume d'alcool dans le sang pour expliquer les accidents chez les jeunes, même si l'âge est inférieur à 25 ans.

La conduite en "buvant de la bière" est pratiquée tellement courante aux États-Unis qu'il vaudrait mieux rééduquer le public américain que de modifier l'âge de consommation. L'effet des mesures de correction dépend beaucoup plus de leur application que de la sévérité de la loi. La législation n'affecte pas les accidents graves de la même façon que les accidents mortels. Les fatalités dans les accidents à blessés graves n'est pas résultat du hasard<sup>28</sup>.

L'alcool au volant constitue la principale source de décès chez les adolescents. Les programmes d'éducation ne devraient-ils pas enseigner une nouvelle valeur morale à la conduite en état d'ébriété?

En général, la gravité de la sanction pénale dépend de l'offense. Elle reflète directement la tolérance morale de la société face à l'alcool. La réaction sociale à l'alcool suit le modèle traditionnel associé à l'idéologie du risque d'accident ou le désordre et la faute imputable au facteur humain. L'alcool et la vitesse font l'objet de plusieurs discussions sur la sécurité routière. Le délit criminel de l'alcool surpasse de beaucoup la contravention de vitesse. L'envergure de la pénalité devrait dépendre strictement du risque accident.

Afin de rendre une loi efficace, elle doit être sévère, forte et crédible mais surtout appliquée sans quoi, son impact sera éphémère. Puisqu'elle est fondée sur les valeurs sociales, le phénomène éducatif demeure très important. Son efficacité exige un changement à la racine éducative.

## CHAPITRE II: LE MODELE DE DRAG

### 2.1: La demande de transport

La demande de chaque individu est fonction du but du déplacement, de la fréquence, du temps de transport et de la destination. Le transport ne constitue pas un besoin fini mais un moyen de compléter une activité. Le niveau d'activités diffèrent d'une zone à l'autre, la demande de passages entre celles-ci dépend de leur attraction respective qui s'explique par la location spatiale de l'activité économique. Prenons un exemple: la demande de travail peut expliquer l'attraction entre un secteur industriel et un secteur résidentiel. Les individus utilisent différents modes pour se déplacer du travail à la maison dépendant de leur revenu, du temps de transport, du confort, de la sécurité du mode et du coût.

Puisque le temps est un facteur déterminant dans le choix du mode, la formulation de la fonction de demande doit tenir compte du niveau de service, des différents modes ainsi que des problèmes particuliers reliés à chacun d'eux.

La représentation des déplacements sera plus ou moins complexe dépendant de l'infrastructure reliant les zones. C'est pourquoi une bonne spécification du réseau est cruciale à une prévision adéquate de la demande. Certes, la fonction de demande demeure intuitive car elle dépend d'une multitude de facteurs. La modélisation mathématique des prévisions permet la simulation des changements dans la demande suite à un changement des attributs du réseau. Elle cherche à donner la meilleure explication possible basée sur des hypothèses cohérentes lui permettant de formuler le rapport entre des faits observés.



Souvent en économie, la modélisation optimise une fonction d'utilité sous la contrainte de revenu. Dans le cas du transport, cette formulation n'est pas adéquate car elle ne tient pas compte des autres contraintes tels le temps, l'incertitude et les différents états de la nature.

Dans notre étude, le problème fondamental se situe à l'isolement du facteur qui augmente le risque d'accident. Pour obtenir la performance objective du système, il faut ajouter un ensemble de facteurs qui peuvent être significatifs car l'individu a tendance à sur ou sous-estimer l'effet de l'alcool au risque d'accident.

#### 2.1.1: Idée de la paramétrisation: la forme quadratique

Une augmentation du risque suite à une concentration élevée d'alcool dans le sang ne garantit pas une collision. D'ailleurs, à certains niveaux et dans des conditions très spécifiques, l'alcoolémie réduit le risque d'accident. Quelque soit la performance individuelle, la loi du Québec prescrit une limite de 0.08 ou un "BAC" de 8mg/100ml de sang. A un niveau d'alcoolémie supérieur, l'individu conduit en état d'ébriété. Par une modélisation très spécifique, nous testerons pour une forme fonctionnelle quadratique pour les variables d'alcool du fichier routier du Québec. (FRQ)<sup>29</sup>

#### 2.2: Les variables et le modèle

Cette analyse étudie le modèle de référence expliquant la demande routière, les accidents et leur gravité (DRAG). Les équations de demande routière sont estimées à l'aide de séries

chronologiques allant de décembre 1956 à décembre 1982. L'agrégation mensuelle des données permet l'explication du nombre de victimes en fonction de la demande routière. Par une formulation adéquate de la demande qui est la résultante d'un ensemble de facteurs explicatifs, la performance se mesure par le volume de circulation et la sécurité du réseau.

Nous savons que de nombreux déplacements routiers engendrent des accidents créant des dommages matériels et des victimes. Dans cette étude, nous nous concentrons sur le problème de l'alcool et son impact sur la mortalité via la demande routière. Le modèle DRAG cherche à expliquer la demande routière et la performance du réseau par niveau.

La modélisation de la demande routière, du nombre mensuel d'accidents et de victimes pour le Québec s'effectue à l'aide de neuf équations se subdivisant en trois catégories: la demande de carburant qui sert à exprimer la demande routière; le nombre d'accidents et enfin de la gravité pour expliquer la sécurité du réseau.

Six grandes catégories de variables expliquent le modèle. Elles se divisent par variables de prix, de motorisation (quantité et qualité des véhicules sur la route), variables de réseau (lois, niveau de service et infrastructure), variables de caractéristiques des consommateurs, niveau d'activité et enfin en variables d'agrégation et d'administration.

La formulation retenue exploite bien les données en distinguant deux niveaux explicatifs de la demande routière (DR) et trois niveaux de performance du réseau (MA, NM, MO)

### 2.2.1: Liste descriptive des équations

Le premier explique la demande de carburant pour fin routière

$DC = \{ DNR + DR \}$  soit la somme de GA, les ventes brutes d'essence à des fins routières et non routières et DIC, et les ventes brutes de diesel.

DR -> demande routière

DNR-> demande non-routière

Au deuxième niveau, on purge la demande de carburant de la demande pour des fins non-routières:

DR est la résultante de DC purgée de la demande de carburant non routière.

{ GAR1 = ventes brutes d'essence à des fins routières

{ DICR1 = ventes brutes diesel à des fins routières

Au troisième, les accidents sont divisés en trois catégories et deux agrégations de catégories.

MA -> accidents avec dommages matériels seulement

NM -> accidents avec au moins un blessé

MO -> accidents avec au moins un mort

$COR = NM + MO =$  accidents avec dommages corporels

$ACC = MA + NM + MO =$  nombre total d'accidents.

Au quatrième niveau, une mesure de gravité est agrégée.

GR {  $MBC = HT / COR$  morbidité

{  $MTC = DE / COR$  mortalité

Les niveaux trois et quatre servent à calculer le cinquième niveau, soit le nombre total de victimes (VI).

$$VI = \{ HT = ( NM + MO ) MBC$$

$$\{ DE = ( NM + MO ) MTC$$

$$\{ VI = HT + DE \quad \text{cette mesure sert implicitement dans le modèle de référence.}$$

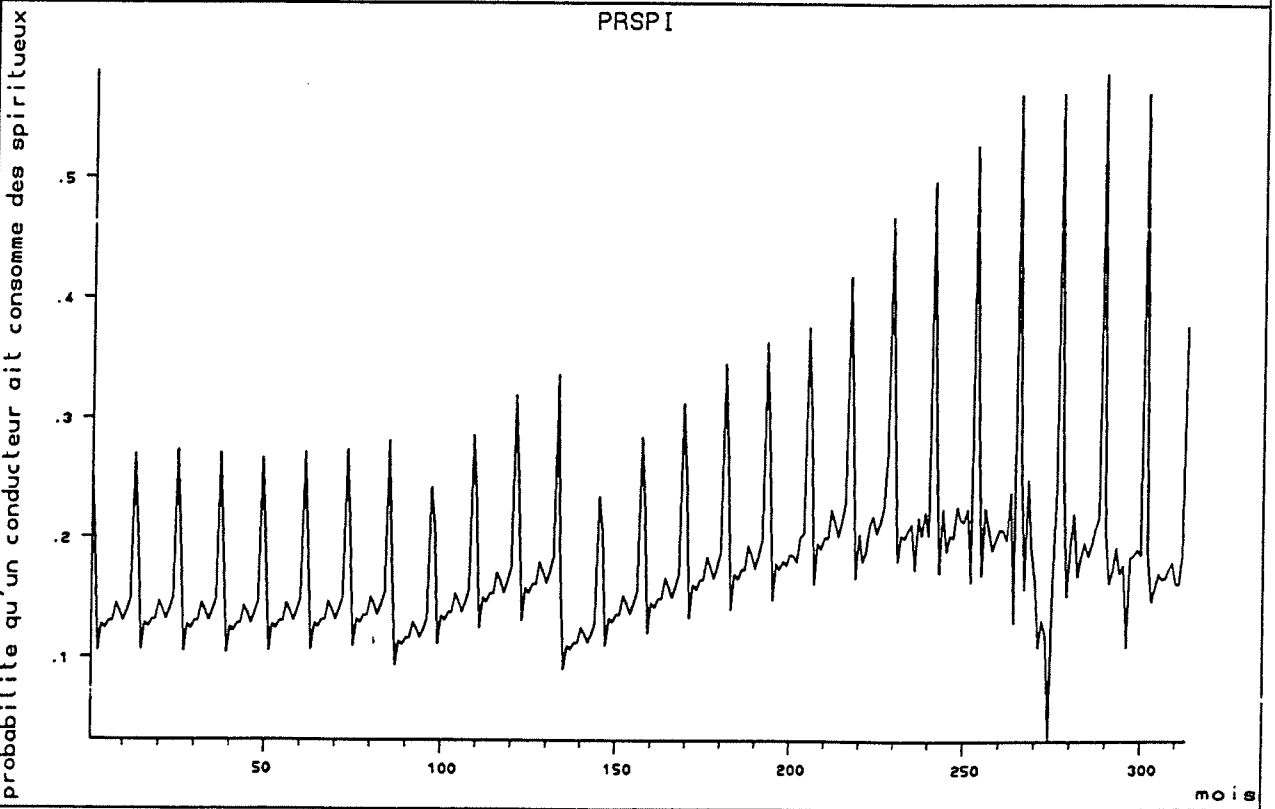
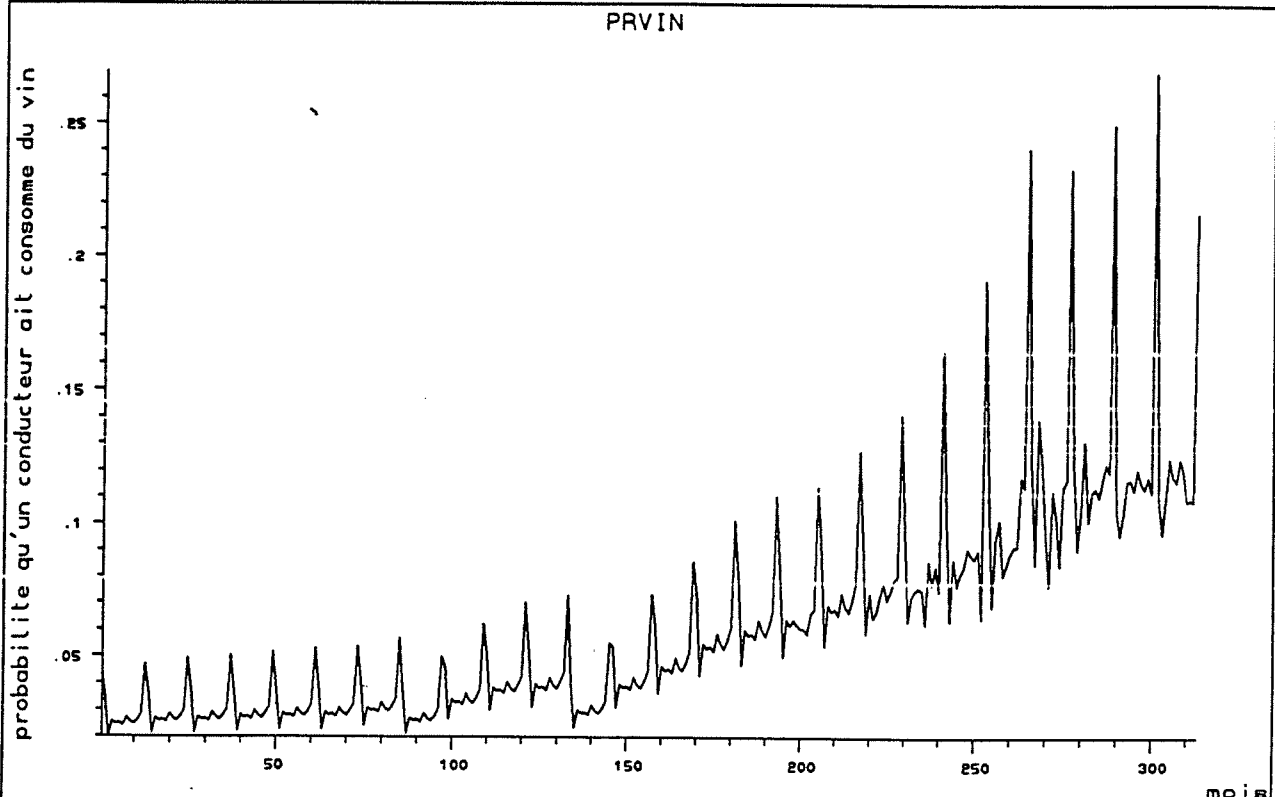
Les deux premiers niveaux expliquent l'usage des routes. Les deux suivants, à demande routière donnée, simulent la variation dans la probabilité d'avoir un accident et sa gravité. Le dernier niveau est implicitement expliqué par les produits de variables.

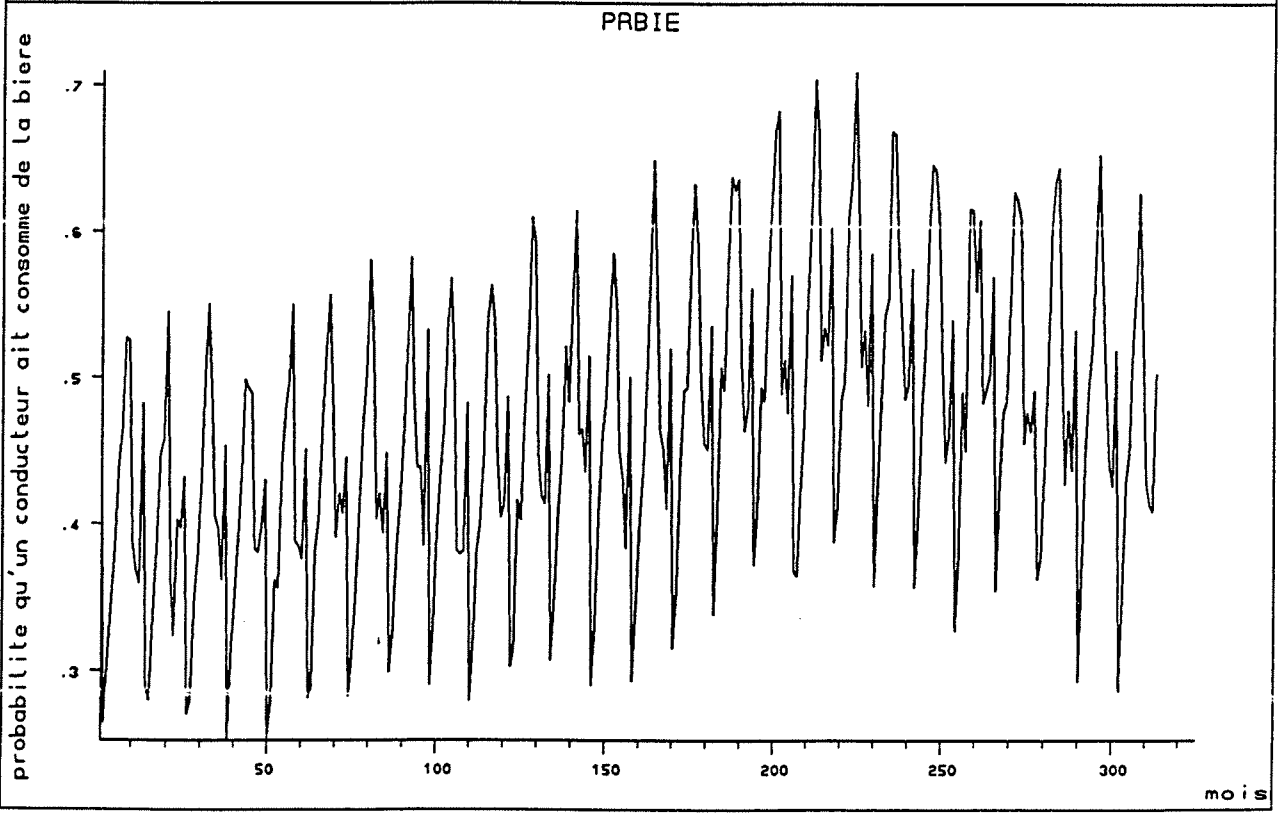
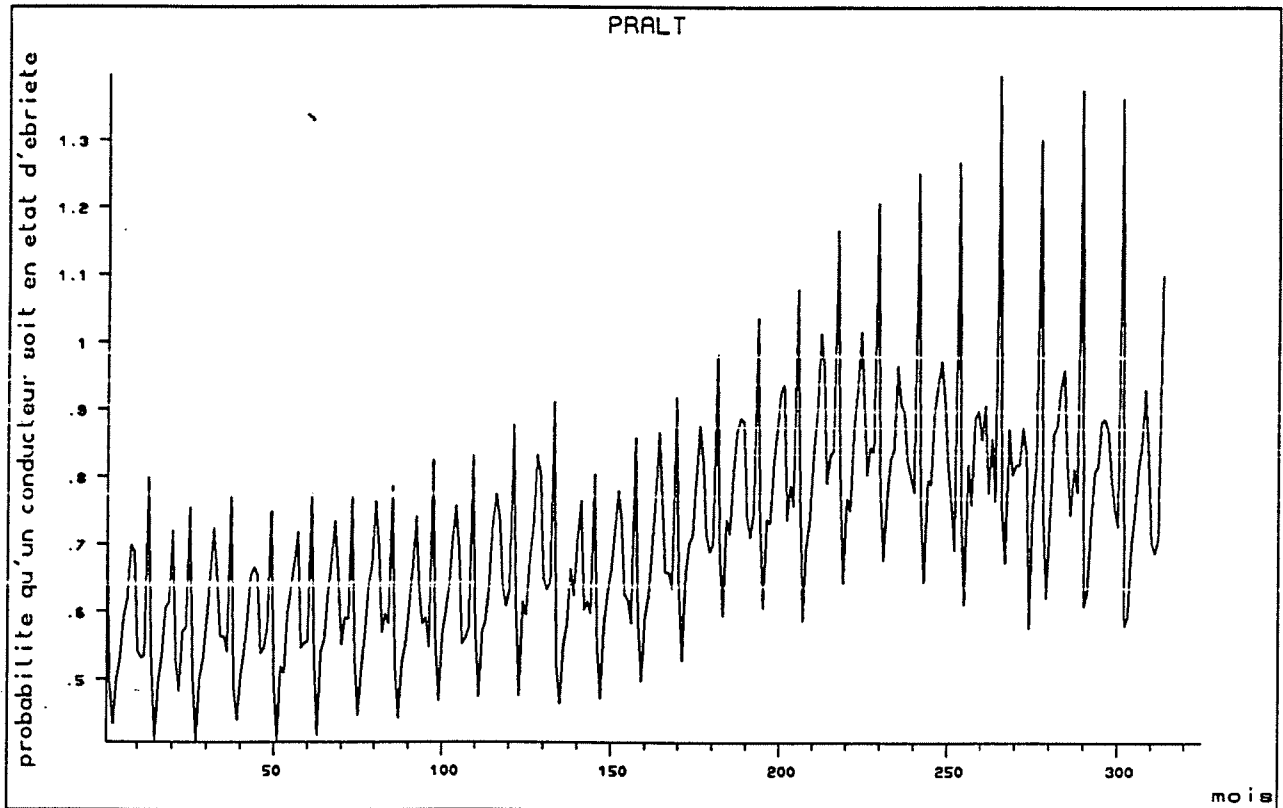
Les variables explicatives n'apparaîtront pas dans toutes les équations. Certaines d'entre elles servent à expliquer le niveau de la demande et d'autres la probabilité d'accident ou encore à l'explication des deux. Les variables de température constituent un bon exemple. Elles sont présentes à la fois dans les équations de demande de carburant et dans les équations de risque d'accident.

A l'aide de transformations de Box-Cox sur les variables d'alcool, nous étudions la forme fonctionnelle des modèles utilisant les données du fichier routier du Québec (FRQ). Dans le but de vérifier l'existence d'une forme quadratique, nous ré-introduisons la variable alcool (PRALT) en fixant  $\lambda$  à 2. L'inversion des signes des coefficients des variables d'alcool nous confirme l'existence de forme quadratique. Nous voulons connaître la sensibilité des résultats à l'utilisation d'une forme fonctionnelle spécifiée aux variables d'alcool en utilisant le fichier routier du Québec.

Nous retenons l'intuition théorique de forme quadratique expliquant la relation entre le risque d'accident et le volume d'alcool ingéré. Empiriquement, les équations de modèle DRAG ont été modifiées de façon à isoler la forme fonctionnelle des variables d'alcool. Afin de la tester, nous isolons la variable PRALT avec un lambda distinct et imposons la linéarité. Ensuite, nous ajoutons la variable pralt ( identique à pralt ) et nous fixons la transformation de Box-Cox à deux. Dans un dernier temps, nous libérons le lambda sur la variable pralt. Cette procédure est entièrement répétée pour les variables d'alcool désagrégées. Dans cette partie, PRALT est substituée par  $PRVIN + PRBIE + PRSPI$ .

Avant de passer aux résultats, examinons la spécification économétrique et le logiciel servant à l'estimation.





## CHAPITRE III: FORMULATION ÉCONOMÉTRIQUE

### 3.1: Le modèle agrégé

En générale, la modélisation prédit le comportement des individus face à certaines circonstances. Deux méthodes sont employées plus couramment. La première utilise des données agrégées afin d'étudier un niveau de service. La deuxième se sert de données désagrégées dans le but de modéliser le comportement des individus face à certains choix.

Les modèles agrégés mesurent par exemple le niveau de la demande et estiment le nombre d'accidents. Dans ce cas, la fonction de demande reflète la performance du réseau. A l'aide de séries chronologiques, nous nous attardons à la relation entre le nombre d'accidents et la consommation d'alcool.

Le choix de ce type de modèle nous permet l'utilisation du fichier routier du Québec. Nous étudierons une variante du modèle DRAG. Cette variante consistera à faire divers tests de non linéarité spécifique des variables d'alcool afin de rechercher la présence d'une forme quadratique et de déterminer le seuil éventuel de consommation critique.

### 3.2: Le modèle économétrique

Lors de la spécification de modèles économétriques, l'hypothèse d'indépendance entre les erreurs et la partie fixe est couramment employée. La forme fonctionnelle finale ne spécifie pas si elle découle de l'indépendance entre ces deux parties ou l'inverse. Par exemple, les transformations logarithmiques peuvent spécifier un modèle log-linéaire ou servir à la correction



de l'hétéroscédasticité de l'erreur.

La formulation GAUDRY DAGENAI<sup>30</sup> (1978) permet de tirer le maximum d'information de la structure d'erreur tout en laissant les données décider de la forme fonctionnelle grâce à la transformation de Box-Cox. Elle propose un modèle à deux parties: une partie fixe et un modèle d'erreur.

$$1 \quad Y_t^{(\lambda y)} = \sum_{k=1}^N \beta_k X_{kt}^{(\lambda_{xk})} + U_t \quad t = 1, \dots, n$$

$$2 \quad U_t = \sqrt{f(X_t)} V_t$$

$$3 \quad V_t = \sum_{l=1}^r \rho_l V_{t-l} + W_t$$

$$W_t \sim iid(0, \sigma_w^2 I)$$

$$4 \quad E(V_t^2) = \phi^2$$

La transformation Box-Cox  $\lambda_y$  de la variable dépendante  $Y_t$  n'est justifiable que pour les variables strictement positives.

$$X_t = \begin{cases} \ln X_t & \text{si } \lambda = 0 \\ \frac{(X_t^\lambda - 1)}{\lambda} & \text{si } \lambda \neq 0 \end{cases}$$

Lorsqu'elle est applicable à  $W_t$ , la contrainte  $Y_t > 0$  doit être respectée pour l'équation (1) spécifiée ci-haut.

Par une formulation spécifique de l'hétéroscédasticité, l'analyse conjointe des deux parties (fixe et de l'erreur) permet l'incorporation de la structure d'autocorrélation d'ordre multiple tout en satisfaisant l'hypothèse de stationnarité des erreurs. (GAUDRY, WILLS 1982)<sup>31</sup>.

### 3.2.1: La formulation générale de l'hétéroscédasticité

Cette équation représente une forme générale de l'hétéroscédasticité comprenant des cas particuliers dépendant de la spécification utilisée.

$$f(X_t) = \begin{cases} \exp \sum_m \delta_m X_{mt}^{\lambda_{em}} & \text{si } \lambda_u = 0 \\ [\lambda_u (\delta_0) + \sum_m \delta_m X_{mt}^{\lambda_{em}} + 1]^{(1/\lambda_u)} & \text{si } \lambda_u > 0 \end{cases}$$

La transformation Box-Cox  $\lambda_{em}$  est une affectation mathématique permettant une distinction entre les modèles linéaires et log-linéaires. Elle permet l'uniformisation de l'erreur par la transformation de puissance directe. Le terme  $\delta_0$  dans la parenthèse est nécessaire pour conserver l'invariance des variables aux unités de mesure. La valeur attribuée aux paramètres  $\lambda_{em}$  et  $\lambda_u$  permet de ramener l'équation à des formes particulières.

Si  $\lambda_u = 1$ , nous obtenons la forme linéaire.

$$E(U_t^2) = W_u$$

Avec l'ajout de la contrainte  $\lambda_{em} = 1$ , nous obtenons la forme linéaire simple. Si  $\lambda_u = 0$

Si nous contraignons  $\lambda_{em}$  à zéro, nous sommes en présence d'un modèle multiplicatif

$$E(u_t^2) = \delta_o + \sum_{m=1}^M \delta_m Z_m^{\lambda_m}$$

$$\text{ou } \delta_o = \psi^2 (\delta_o + 1)$$

$$\text{et } \delta_m = \psi^2 \delta_{om}$$

$$E(U_t^2) = W_{tt} = \psi^2 \exp \delta_o + \sum_{m=1}^M \delta_m Z_m^{\lambda_m}$$

$$= \phi^2 \exp \left( \sum_{m=1}^M \delta_m Z_m^{\lambda_m} \right)$$

$$E(W_{tt}^2) = \rho^2 \exp \left( \sum_{m=1}^M \delta_m Z_m^{\lambda_m} \right)$$

$$\text{ou } \phi^2 = \psi^2 \exp \delta_o$$

multivarié de type Cobb-Douglas (DAUGHM DAUGHM 1974)<sup>32</sup>

$$W_{tt} = \phi^2 \prod_{m=1}^M Z_{mt}^{\delta_m}$$

Le cas multivarié multiplicatif classique suit lorsque  $\lambda_m = 2$

$$W_{tt} = \phi^2 \prod_{m=1}^M Z_{mt}^2$$

Dans ce type de formulation, il n'y a aucune raison de s'attendre à une forme particulière à priori. C'est pourquoi nous permettons une telle souplesse à la structure mathématique. La transformation de Box-Cox permet d'assouplir la forme fonctionnelle. Dans certains cas, elle introduit de l'hétéroscédasticité en affectant la distribution de la structure d'erreur mais généralement, elle l'améliore.

La forme linéaire s'avère préférable pour initier la dérivation de la fonction de vraisemblance car le cas multiplicatif peut introduire des éléments négatifs sur la diagonale de la matrice variance-covariance.

### 3.2.2: Le log de Vraisemblance

Voici la fonction du log de vraisemblance pour une fonction linéaire simple

$$L = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}^n |\Omega|^{1/2} \exp(-1/2 (y-x\beta)' \Omega^{-1} (y-x\beta))$$

lorsque les erreurs sont distribuées normalement avec  $E(U_t) = 0$

et

$$E(U_t^2) = \sigma^2 \exp\left(\sum_{m=1}^M \delta_m Z_{mt}^{(\lambda_m)}\right)$$

Avec l'ajout de la transformation de Box-Cox et la matrice de variance-covariance simple, ainsi que l'ajout d'autocorrélation d'ordre multiple et de l'hétéroscédasticité, la fonction prend la forme suivante:

$$L = \prod_{t=1+r}^n \frac{Y_t^{\lambda_y} - 1}{\sigma \sqrt{2\pi} \sqrt{f(X_t)}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \left[\frac{U_t}{\sqrt{f(Z_t)}} - \sum_{l=1}^L \rho_l \frac{U_{t-l}}{\sqrt{f(Z_t)}}\right]^2\right)$$

où

$$Y^{(\lambda_y)} = \sum_k^{\beta_k} X_{kt}^{(\lambda_{xk})} + U_t$$

Les n-r premières observations sont négligées pour faciliter le calcul. Cette formulation nous permet d'estimer les  $\lambda, \beta, \delta_m$ , et  $\sigma^2$

L'équation de la fonction de vraisemblance est appropriée s'il est raisonnable de croire que notre variable dépendante a une limite inférieure et supérieure pour nos observations. Soit  $0 < \epsilon < Y_t < L < \infty$  où epsilon est la limite inférieure positive très proche de zéro et L la limite

supérieure. Cette formulation est réaliste en transport. Il est très peu probable que la demande routière soit nulle ou infinie car le réseau a une capacité limite la contraignant.

Dagenais, Gaudry et Liem (1982)<sup>33</sup> ont démontré que dans le cas où l'échantillon ne contient pas d'observations limites, le modèle prend la forme du Tobit à deux limites (ROSETT-NELSON model). Ce modèle en présence d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité correspond à notre formule de log de vraisemblance. Si la probabilité d'obtenir des observations limites pour notre échantillon est nulle, le modèle présenté n'aura plus aucune valeur.

#### 3.2.4: Le logiciel L 1.3

Cette formulation particulière permet une variance constante et des résidus non corrélés dans le temps (homoscédastique). La présence de transformations de Box-Cox l'exige car elle affecte la distribution des erreurs. C'est pourquoi les deux parties du modèle sont estimées simultanément par la méthode de l'optimisation du log de vraisemblance. Pour la partie fixe, nous laissons les données décider de la forme fonctionnelle. Pour le modèle de l'erreur, nous allons chercher l'information systématique ou variable<sup>34</sup>.

L'initialisation des équations fixe les rhôs à zéro et les lambdas à un afin de calculer les bêtas initiaux. Ensuite pour estimer la structure autorégressive, la méthode du Box-Jenkins est invoquée. Le but de cette application est de rendre l'erreur associée entièrement aléatoire. Le programme Trio utilisant l'algorithme L 1-3 se sert de la méthode du gradient pour itérer. Il recherche le maximum de la fonction objective en évaluant les dérivées premières d'un vecteur

en un point par rapport à un point inférieur.

L'optimisation du log de vraisemblance consiste en la recherche d'un maximum au point  $X = (x_0, \dots, x_n)$ . Il est atteint lorsque  $f(X_0) > f(X_n)$  pour tout  $x$ . Ce point sera qualifié de maximum global lorsque la fonction satisfait les conditions suivantes soit les dérivées premières sont nulles et la matrice hessienne est définie négative.

## CHAPITRE IV LES RÉSULTATS

### 4.1: Analyse des résultats

Le modèle cherche à établir les liens entre des phénomènes observés (accidents et la consommation d'alcool) en donnant la meilleure explication possible à un phénomène observé. Via l'analyse des résultats, nous étudions la validité de la spécification. Deux niveaux de tests statistiques mesurent le pouvoir explicatif de la nouvelle transformation. Nous utilisons plus précisément deux tests: le coefficient de corrélation et le test du rapport des logs de vraisemblance. Le coefficient de corrélation est ajusté pour un modèle non-linéaire. Dagenais et al.<sup>35</sup> ont défini une mesure alternative comme suit. Ce nouveau test s'appelle le pseudo-R<sup>2</sup>.

$$PSEUDO-(E)-R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1+r}^N [Y_t - E(\bar{Y})]^2}{\sum_{t=1+n}^N (Y_t - \bar{Y})^2}$$

$$PSEUDO-(L)-R^2 = 1 - \exp[2/N(L(\omega) - L(\Omega))]$$

C'est deux mesures correspondent au R<sup>2</sup> du modèle linéaire. La mesure (E) est plus intuitive car elle utilise la somme des erreurs au carré ou "les erreurs sont définies comme différence entre les erreurs observées et prédites" par le modèle<sup>36</sup>.

#### 4.1.2: Le rapport de vraisemblance

Nous cherchons à extraire le maximum d'information aux données. Nous utilisons le test du rapport du log de vraisemblance pour évaluer la contribution de chaque nouvelle forme

utilisée. Ce test exige le calcul pour chaque hypothèse  $H_0$  comparée à l'hypothèse de référence  $H_1$ . Ce test compare les valeurs de la vraisemblance:

$$-2[L(\omega) - L(\Omega)] \sim \chi_q^2$$

Nous obtenons le khi carré calculé. Le nombre de degrés de liberté provient du nombre de contraintes supplémentaires imposées dans  $L(\Omega)$ . Ce test est particulier aux équations.

#### 4.1.3: Le test de Student

L'analyse par variable repose sur le test de Student. Nous cherchons à savoir si le coefficient est significativement différent de zéro. Il le sera dans le cas où le  $t$  calculé est supérieur à 1,96. Ce test ne convient que dans le cas linéaire. Dans le non linéaire, le test perd ses propriétés de petits échantillons mais il converge asymptotiquement.<sup>37</sup> Cette affirmation n'est vraie que pour des modèles sans hétéroscédasticité et sans autocorrélation des erreurs.

Un deuxième problème se situe à la non-invariance des paramètres aux unités de mesure lorsque la variable est affectée d'une transformation de Box-Cox.<sup>38</sup> Le  $t$  est conditionnel aux valeurs estimées des lambdas. Dans ce cas, nous utilisons le  $t$  de student avec prudence. Il nous permet seulement de voir le degré relatif de la significativité des variables.



#### 4.1.4: Mesures d'élasticités

La mesure de l'élasticité a un intérêt particulier en économie. Elle permet de mesurer la variation relative d'une variable par rapport à une autre. Son calcul est adapté selon le type de variable et la période étudiée.

L'élasticité est mesurée de diverses façons dépendant du type de variable utilisée. Elle peut être mesurée en un point, avec la mesure plus générale. L'élasticité peut être calculée pour une quasi-dummy afin de mesurer l'impact d'un effet lorsqu'il se produit. Pour ce type de variable, l'élasticité de form générale est multipliée par la moyenne des x lorsque la variable est positive et divisé par la moyenne globale de cette même variable.

Enfin, le calcul de l'élasticité est possible pour une vraie dummy. Puisqu'il est impossible de prendre la dérivée d'une variable dichotomique, nous devons utiliser sa variation. Comme pour la quasi dummy, nous nous intéressons à la mesure de l'effet de la variable que lorsqu'elle se produit.

L'élasticité en un point

$$e_{yx_k} = \frac{\partial E(Y)}{\partial X_k} * \frac{\bar{X}_k}{E(Y)}$$

forme générale

$$e_{yx_k} = \frac{\partial E(Y)}{\partial X_k} * \frac{\bar{X}}{E(Y)} * \frac{\bar{X}^+}{\bar{X}}$$

pour une quasi-dummy

pour une vrai dummy

$$e_{yx_t} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} * \frac{\bar{X}}{Y} * \frac{\bar{X}^*}{\bar{X}}$$

Dans le modèle DRAG, nous retrouvons deux types d'élasticités: la directe et l'indirecte. En quelque sorte, les deux formes mesurent l'impact de la variation en pourcentage d'une variable indépendante sur la variable dépendante. Elles diffèrent de la façon suivante. L'élasticité directe est estimée à partir de l'équation même. C'est à dire elle est la mesure calculée à partir de l'effet de la composante de l'équation sur la variable dépendante. Illustrons ce principe avec le modèle DRAG.

Comme nous avons vu plutôt, le modèle se divise en plusieurs parties. Premièrement, nous estimons la demande de carburant. Dans le cas de l'élasticité directe, nous pourrions mesurer l'influence de la température sur la demande de carburant.

Dans un deuxième temps, nous estimons les accidents à demande de carburant donnée. L'élasticité indirecte résulte du produit de deux élasticités. Elle est la mesure en pourcentage de l'influence d'effets combinés. Elle est la mesure implicite de la variation d'un élément expliquant la demande d'un produit qui lui, à son tour sert de facteur explicatif à une seconde variable dépendante. Par exemple, l'élasticité indirecte est l'élasticité directe de la température sur la demande de carburant multiplié par l'élasticité de la demande d'accidents par rapport à la demande de carburant.

Puisque nous avons estimé deux types de carburant, diesel et gasoline, nous devons faire la somme des élasticités. Quand aux élasticités, ils y a deux autres particularités dans DRAG. Les accidents corporels dénotés COR et les accidents totaux dénotés ACC sont des sommes de catégories d'accidents  $ACC = MA + NM + MO$  et  $COR = NM + MO$ . Pour ces deux équations, les élasticités ne sont pas estimées car elles peuvent être calculées.:

COR:

$$(e_{NMx}NM + e_{MOx}MO) / COR = e_{CORx}$$

ACC:

$$(e_{MAx}MA + e_{NMx}NM + e_{MOx}MO) / ACC = e_{ACCx}$$

La spécification quadratique des variables d'alcool affecte la mesure d'élasticité. TRIO estime l'élasticité pour chacune des variables d'alcool.

$$e_{yx^2} = \frac{\partial E(Y)}{\partial X_k^2} * \frac{X_k^2}{E(Y)}$$

$$\frac{\partial E(Y)}{\partial X_k} * \frac{X_k}{E(y)} = \frac{\partial E(Y)}{\partial X_k^2} \frac{\partial X_k^2}{\partial X_k} * \frac{X_k}{E(Y)}$$

Alors:

$$e_{yx} = e_{yx^2} * 2$$

Ce qui signifie que, pour obtenir l'élasticité par rapport à  $X_k$  d'une variable mise au carrée, il faudra multiplier l'élasticité par deux.

L'élasticité réelle est la somme des élasticités des deux variables lorsque la variable et son carré sont répétés dans l'équation car l'élasticité directe d'une variable carrée équivaut à deux fois l'élasticité de la variable.

MBC:

L'output de TRIO donne

$$(e_{MBC \text{ GARI}} e_{GARI \ x^2} + e_{MBC \text{ DICRI}} e_{DICRI \ x^2}) = \hat{e}_{MBC \ x^2}$$

Comme démontré ci-haut, il faut corriger en multipliant par deux, afin d'obtenir la vraie valeur de l'élasticité pour cette variable

$$(e_{MBC \text{ GARI}} e_{GARI \ x^2} + e_{MBC \text{ DICRI}} e_{DICRI \ x^2}) = 2e_{MBC \ x^2}$$

MTC:

$$(e_{MTC \text{ GARI}} e_{GARI \ x^2} + e_{MTC \text{ DICRI}} e_{DICRI \ x^2}) = e_{MTC \ x^2}$$

Comme nous avons démontré plus tôt, la correction de la valeur de l'élasticité doit être faite avant de calculer l'élasticité totale. Vu la pondération des valeurs d'élasticités pour les calculs de l'élasticité finale, nous vérifions les équations de l'élasticité directe. Par exemple, l'élasticité totale de MA par rapport à PRALT serait la somme de l'élasticité de  $E_{MA,PRALT} + E_{MA,PRALT^2} + E_{MA,PRALT}^i + E_{MA,PRALT^2}^i$  où PRALT2 est le carré de PRALT.

L'élasticité totale est la somme de la variation d'une variable dans le modèle sur chacune

des variables dépendantes. L'ensemble des élasticités calculées et estimées nous permet de classer les accidents selon trois catégories de blessés: les heurtés (HT), les décès (DE) et les victimes (VI). Pour plus d'information consulter l'annexe 6.

Ces trois équations suivantes sont calculées avec les équations estimées préalablement.

#### 4.2: Spécification des transformations

Nous considérons en fait deux variantes du modèle DRAG, l'une qui exploite une mesure agrégée de la consommation d'alcool et l'autre qui exploite une décomposition ou désagrégation de ce total ou composantes (vin, spiritueux, cidre et bière). Ces deux "racines" constituent le modèle de référence. Nous ferons, pour chaque modèle (agrégé et désagrégé) trois expériences. Pour le modèle agrégé, la première expérience sera de fixer le lambda à un sur la variable PRALT, la seconde sera d'ajouter la variable PRALT en fixant un second lambda à deux et la troisième sera d'estimer la valeur réelle du lambda sur la deuxième variable PRALT.

La deuxième partie de l'expérience suit la même structure que le modèle agrégé, c'est à dire le remplacement de la variable PRALT par PRBIE, PRCID, PRVIN et PRSPI.

A: Le modèle d'alcool agrégée

- 1: modèle de référence ou racine
- 2: ajout de la contrainte linéaire sur la variable alcool
- 3: ajout de la seconde variable d'alcool  $\lambda = 2$
- 5: libéralisation de la contrainte de linéarité sur seconde variable d'alcool.

B: le modèle d'alcool désagrégé

1: modèle de référence ou racine

2: ajout de la contrainte linéaire sur les variables alcools (PRVIN, PRBIE, PRSPI, PRCID)

3: ajout des secondes variables d'alcool  $\lambda = 2$  (PRVIN, PRBIE, PRSPI)

5: libéralisation de la contrainte de linéarité sur seconde variable d'alcool.

### 4.3: Les résultats

#### 4.3.1 Le modèle agrégé

A l'intérieur d'une catégorie, y a-t-il "compensation"? Par exemple, a-t-on une forme monotone ou une forme quadratique plutôt que de ne pas avoir d'effet. Les modifications effectuées au modèle de référence ne nous permettent pas de rejeter le modèle original pour les équations de carburant. La forme fonctionnelle de la demande routière est ni quadratique ni plus générale. Seule l'équation GA tourne. Elle est faiblement quadratique mais convexe ( $\cap$ ). (voir tableau 1)

Quant aux équations d'accidents (MA; NM; MO), elles sont toutes quadratiques mais seule NM est forte lorsque nous fixons le lambda sur la première variable d'alcool à un et le second à deux dans le but de simuler une forme quadratique. Lorsque nous libérons la contrainte sur la seconde variable d'alcool, la forme quadratique de MA et MO est rejetée avec certitude mais nous ne pouvons rejeter la forme quadratique de NM. Contrairement à la seconde transformation, l'ajout de la seconde variable en linéaire à MO et à NM n'apporte aucun gain significatif. La généralisation nous donne  $\lambda = -4.414$  ce qui implique une courbe à plusieurs racines. Seul NM est quadratique, MA et NM sont faiblement quadratiques. En regroupant,

COR est quadratique et ACC plus générale. Les équations de gravité conservent leur forme originale.

L'étude de la forme quadratique nous permet d'étudier la question de l'influence de l'alcool sur la fréquence d'accidents. Afin de savoir si cette influence engendre une substitution apparente entre les différentes catégories d'accidents et si le nombre total est affecté, nous utilisons la mesure d'élasticité.

En prenant une forme quadratique ou plus générale, nous partons d'une situation caractérisée par des valeurs de la variable PRALT pour MA (+), NM (-), MO (-) non significatives et nous arrivons à des effets plus significatifs avec MA (-), NM (-), MO (-). En passant au modèle choisi, on a renforcement des résultats obtenus sur les catégories d'accidents: de HT (0), DE (-), VI (0) à HT (-), DE (-), VI (-).

On aurait donc une absence de substitution définie comme des effets de signes contraires sur les catégories d'accidents suite à une variation de la consommation d'alcool. Par contre, on a peut être une substitution définie comme des élasticités différentes entre elles. Par exemple on passe de:

Equation:	A-1	A-2 $\lambda=1$	A-3 $\lambda=2$		A - 4 $\lambda$
					estimé
MA	.033	.059	-.054	*	-.096
NM	-.012	.052	-.196	*	-.166
MO	-.225	-.132	-.327	*	-.257

A l'intérieur d'une catégorie d'accidents, a-t-on une forme quadratique? Si on l'impose dans les trois cas et que la consommation moyenne d'alcool par adulte est de .8367 litres/mois. Les dérivées premières s'annulent entre .9167 et 120.59 litres par mois par adulte pour les équations d'accidents. Puisqu'une consommation de 15 ml d'alcool pure génère en moyenne une alcoolémie de 30mg/100ml de sang pour la première consommation dans la première heure, et la seconde un taux de 50mg/100ml, à l'aide des données individuelles de Goldberg et Harvard<sup>39</sup> où le minimum se trouve à 30mg/100ml, nous pouvons supposer que la dérivée s'annule à 2 consommations par jour pour MA et NM et à 3 consommations pour MO.

#### 4.3.2 La désagrégation de la variable PRALT

Globalement, on peut difficilement rejeter la forme quadratique. Dans huit cas sur neuf, on a une forme quadratique. Seul NM pour la variable PRSPI n'est pas quadratique. Dans sept cas sur huit, on a  $\cup$ .

DR: La désagrégation de l'alcool nous permet de voir que le gain de l'imposition de la forme quadratique est significatif pour GAR1 mais il demeure faible pour DICR1. La somme des effets des trois catégories d'alcool donne une forme quadratique. L'agrégation des résultats de la bière et du vin semble supérieure à l'effet total des spiritueux. (voir tableau 2)

A: La première transformation quadratique nous permet de rejeter la forme plus générale. Le relâchement de la contrainte sur la seconde variable d'alcool nous affirme que NM n'est pas



quadratique mais plus générale. Cette dernière opération apporte un gain significatif à la fonction objectif. La forme  $\lambda=1$  et  $\lambda=2$  est préférable pour expliquer la fréquence d'accidents (ACC,COR). On ne peut rejeter la forme quadratique mais on doit rejeter la forme plus générale. Le  $\lambda$  n'est pas significativement différent de deux pour les accidents. Contrairement à l'alcool agrégé, l'équation MTC n'est pas invariante aux transformations. Nous devons rejeter sa forme quadratique car il y a un gain significatif au relâchement du second  $\lambda$ .

En passant au quadratique, on a un renforcement des effets obtenus sur les catégories d'accidents.

	BIERE	VIN	SPIRITUEUX
HT	- -	- -	+ +
DE	0 -	- -	- -
VI	- -	- -	+ -
	fort	fort et plus négatif	faible

Bref, la forme quadratique de GAR1 est dictée pas la bière et le vin. Quant à DICR1, il n'est pas clair de savoir quelle catégorie est la plus forte. La somme nous donne une pente négative pour la variable d'alcool. Pour les accidents, il est clair que la bière et le vin dominent la forme. Dans les trois cas, la forme attendue est présente mais le sens de la courbure est la bonne pour PRVIN et PRBIE. Il est intéressant de noter que MTC est menée par PRBIE et PRSPI.

Tableau #1

## LOG DE VRAISEMBLANCE: modèle agrégé

EQUATION	A-1	A-2	A-3	A-4
GAR1	-5423.64	-5423.53	-5423.22	-5421.68
DICR1	-5138.78	-5138.80	-5138.76	-5138.40
MA	-2375.98	-2375.72	-2374.25	-2372.10
NM	-1962.33	-1961.98	-1955.43	-1954.86
MO	-1194.76	-1195.59	-1194.37	-1189.12
COR	-1967.93	-1967.76	-1960.95	-1960.42
ACC	-2421.53	-2421.53	-2416.71	-2413.92
MBC	523.622	523.382	523.597	523.747
MTC	1072.456	1072.837	1073.011	1073.011

## LOG DE VRAISEMBLANCE: modèle désagrégé

EQUATION	A-1	A-2	A-3	A-4
GAR1	-5421.74	-5422.04	-5417.46	-5415.40
DICR1	-5137.26	-5136.94	-5136.59	-5136.42
MA	-2368.41	-2370.29	-2363.34	-2362.11
NM	-1961.43	-1961.22	-1953.05	-1952.81
MO	-1189.85	-1191.95	-1184.53	-1182.20
COR	-1966.90	-1966.96	-1959.05	-1958.96
ACC	-2416.17	-2419.22	-2407.50	-2406.71
MBC	524.701	524.081	524.020	525.041
MTC	1075.173	1074.009	1080.310	1086.731

## Légende

A-1: modèle de référence

A-2: modèle linéaire pour la variable alcool (pr\*)

A-3:  $PR^* \lambda = 1 + pr^* \lambda = 2$

A-4:  $PR^* \lambda = 1 + pr^* \lambda$  estimé

Seuil:  $\beta_1/\beta_2$  en ml/jour calculé pour A-4

Tableau #2  
ELASTICITES DIRECTES: modèle agrégé

PRALT	A-1	A-2	A-3	A-4	S E U I L	FORME
EQAT.	-0.018	-0.022	-0.098	-0.009	20.513	∩
GAR1	-0.190	-0.175	-0.159	-0.116	47.233	\
DICR1	.033	.059	-0.054	-0.096	27.89	U
MA	-0.012	.052	-0.196	-0.166	30.556	U
NM	-0.255	-0.132	-0.327	-0.257	40.196	U
MO	-0.030	.041	-0.20	-0.119	32.52	U
COR	-0.033	.026	-0.233	-0.271	33.33	U
ACC	.035	.022	-0.040	.034	45.33	∩
MBC	-0.393	-0.369	-0.302	-0.302	18.24	\
MTC	.01	.07	-0.16	-0.14		
HT	-0.41	-0.33	-0.41	-0.47		
DE	-0.00	.05	-0.17	-0.15		
VI						

ELASTICITE TOTALE: modèle agrégé<sup>2</sup>

EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	-0.018	-0.022	-0.006	-0.009	20.513	∩
DICR1	-0.190	-0.175	-0.159	-0.116	47.233	\
MA	.003	.029	-0.064	-0.106	27.89	U
NM	-0.022	.042	-0.209	-0.446	30.556	U
MO	-0.275	-0.152	-0.347	-0.267	40.196	U
COR	-0.020	.031	-0.210	-0.129	32.52	U
ACC	-0.053	-0.004	-0.253	-0.281	33.33	U
MBC	.035	.022	.040	.034	45.33	∩
MTC	-0.403	-0.379	-0.302	-0.312	18.24	\
HT	.00	-0.06	-0.17	-0.15		
DE	-0.14	-0.30	-0.52	-0.49		
VI	-0.01	.04	-0.180	-0.16		

<sup>2</sup>Elasticité totale = élasticité directe + élasticité indirecte

Tableau #3  
ELASTICITE DIRECTE: modèle désagrégé

PRBIE						
EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	.004	-.003	-.002	-.004	16.19	∩
DICR1	.001	.007	.005	.008	15.38	∩
MA	-.190	-.150	-.227	-.228	20.20	∩
NM	-.930	-.049	-.091	-.107	17.07	∩
MO	.124	.230	-.038	.128	15.56	∩
COR	-.103	-.054	-.090	-.099	17.56	∩
ACC	-.188	-.122	-.220	-.206	19.39	∩
MBC	.016	.010	.020	.019	20.33	∩
MTC	.086	.034	-.026	-.149	15.28	∩
HT	-.07	-.03	-.09	-.08		
DE	.00	-.00	-.11	-.24		
VI	-.07	-.03	-.07	-.09		
PRVIN						
EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	.012	.000	.008	-.008	3.10	∩
DICR1	.109	.026	.079	.110	9.37	∩
MA	-.153	-.037	-.237	-.289	6.41	∩
NM	-.020	.030	-.133	-.106	5.49	∩
MO	-.163	.029	-.241	-.204	8.33	∩
COR	-.046	.031	-.133	-.120	5.71	∩
ACC	-.158	-.061	-.261	-.301	6.12	∩
MBC	-.009	-.014	-.034	-.025	35.90	∩
MTC	-.075	-.017	-.126	-.174		∩
HT	-.03	.02	-.16	-.13		
DE	-.10	.01	-.26	-.28		
VI	-.04	.02	-.16	-.14		
PRSPI						
EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	-.020	-.007	-.020	.010	9.17	∩
DICR1	-.127	-.123	-.136	-.151	16.39	\
MA	.144	.095	.140	.168	35.04	∩
NM	.026	-.002	.031	.020	21.21	/
MO	-.057	-.117	-.066	-.005	10.278	∩
COR	.034	-.008	.026	.016	13.33	∩
ACC	.108	.048	.097	.122	28.67	∩
MBC	.025	.025	.037	.037	15.71	∩
MTC	-.137	-.140	-.097	.027	12.61	∩
HT	.05	.02	.06	.05		
DE	-.11	-.15	-.07	.04		
VI	.04	.01	.06	.06		

Tableau #4

## ÉLASTICITÉ TOTALE: modèle désagrégé

PRBIE						
EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	.004	-.003	-.002	-.004	16.19	∩
DICR1	.001	.007	.005	.008	15.38	∪
MA	-.190	-.150	-.227	-.238	20.20	∪
NM	-.093	-.049	-.081	.107	17.07	∪
MO	.124	.230	-.038	.118	15.56	∪
COR	-.103	-.054	-.090	-.099	17.56	∪
ACC	-.188	-.122	-.210	-.209	19.39	∪
MBC	.016	.010	.020	.019	20.33	∩
MTC	.086	.034	-.026	-.149	15.28	∩
HT	-.07	-.03	-.07	-.08		
DE	.00	-.00	-.10	-.24		
VI	-.07	-.03	-.07	-.10		
PRVIN						
EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	.012	.000	.008	-.008	3.10	∩
DICR1	.019	.026	.079	.110	9.37	∩
MA	-.143	-.036	-.257	-.289	6.41	∪
NM	-.010	.030	-.123	-.106	5.49	∪
MO	-.153	.029	-.231	-.214	8.33	∪
COR	-.036	.031	-.132	-.120	5.71	∪
ACC	-.148	-.016	-.218	-.311	6.12	∪
MBC	-.009	-.014	-.024	-.025	35.90	∪
MTC	-.075	-.017	-.126	-.174		∪
HT	-.02	.02	-.15	-.14		
DE	-.09	.01	-.25	-.29		
VI	-.03	.02	-.15	-.15		
PRSPI						
EQUAT.	A-1	A-2	A-3	A-4	SEUIL	FORME
GAR1	-.020	-.007	-.020	.010	9.17	∩
DICR1	-.127	-.123	-.136	-.151	16.39	∩
MA	.114	.085	.110	.158	35.04	∩
NM	-.006	-.012	.011	.020	21.21	/
MO	-.067	-.117	-.086	.005	10.278	∪
COR	.014	-.018	.006	.016	13.33	∩
ACC	.078	.036	.067	.132	28.67	∩
MBC	.025	.025	.037	.037	15.71	∩
MTC	-.147	-.140	-.107	.037	12.61	∪
HT	.03	.01	.04	.06		
DE	-.09	-.16	-.10	.05		
VI	.02	.00	.07	.07		

## CONCLUSION

Le contexte social de l'individu affecte sa consommation d'alcool. Un ensemble de contraintes mène nos habitudes; certaines nous encouragent à boire et d'autres essaient de nous en empêcher complètement. La littérature exploite l'effet de l'alcool sur notre corps. A forte dose, l'effet négatif est bien connu mais en faible quantité, il semble y avoir des effets physiologiques différents.

Nous nous sommes attardés plus précisément à l'effet positif. Nous avons essayé de voir s'il y a un effet sur la probabilité d'accident. Nous avons recherché une forme quadratique expliquant les accidents de la route.

Pour ce, nous avons développé une variante du modèle DRAG. A l'aide d'une paramétrisation particulière pour les variables d'alcool, nous avons trouvé qu'il y a une forme quadratique lorsqu'on utilise une mesure agrégée de la consommation d'alcool. Dans un deuxième temps, nous avons décomposé l'alcool en différents types de consommation ( bière, vin, spiritueux). Cette décomposition nous permet d'arriver globalement aux mêmes conclusions. A petite dose, environs 30mg/100ml il est moins dangereux de conduire qu'à jeun.

Ce résultat remet des tendances en cause. Il ne faut pas abolir ou empêcher totalement la consommation d'alcool avant la conduite automobile. Il est vrai qu'à 0.08 il est dangereux de conduire mais entre 0 et 0.03 la probabilité d'être impliqué dans un accident de la route diminue.

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1: La transformation du modèle avec MBCD

ANNEXE 2: L'invariance des paramètres aux exposants combinés à la transformation de Box-Cox.

ANNEXE 3: Les principaux résultats du modèle désagrégé

Les élasticités directes et indirectes

ANNEXE 4: Le modèle de référence

ANNEXE 5: Les principaux résultats du modèle désagrégé

Les élasticités directes et indirectes

ANNEXE 6: Définitions des élasticités directes et indirectes selon le modèle DRAG

## ANNEXE 1

L'observation de Juin 1968 de la variable MBC constitue un point aberrant. En ajoutant une variable dichotomique MBCD à l'équation MBC du modèle de référence, nous cherchons à annuler l'effet de cette observation mystère.

L'ajout de cette dichotomique augmente la valeur du log de vraisemblance de près de 39 points. Le pseudo  $R^2$ -(E) double en passant 0.36 à 0.67. L'ajout de cette nouvelle variable permet de modifier la spécification. La nouvelle forme retenue est identique à celle des autres équations du modèle de référence. Le lambda sur la variable dépendante est identique au groupe sur les variables explicatives. Cette dernière modification réduit non significativement le log de vraisemblance mais elle permet la même forme de transformations Box-Cox.

MBC	M o d è l e d e	Ajout de la	$\lambda_y = \lambda_x$
	référence	dummy	
$\lambda_y$	-3.587	1.270	
$\lambda_y$ groupe 1			-0.055
$\lambda_x$ groupe 1	-0.063	-0.268	-0.055
Log-likelihood	523.622	562.979	561.760



## ANNEXE 2

La transformation de Box-Cox est invariante aux transformations en puissance des variables. Les paramètres sont ajustés pour la transformation mais la constante demeure inchangée.

Preuve:

Soit deux modèles:

Modèle I:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1^{(\lambda-1)} + \beta_2 X_2^{(\lambda)} + u$$

Modèle II:

$$y = \gamma_0 + \gamma_1 X_1^{(\lambda-1)} + \gamma_2 Z_2^{(\lambda^*)} + u^*$$

où

$$Z = X_1^2$$

$$Z^{(\lambda^*)} = \frac{X_1^{2\lambda^*} - 1}{\lambda^*} = \frac{2(X_1^{2\lambda^*} - 1)}{2\lambda^*} = 2[X_1^{(2\lambda^*)}]$$

il en résulte que  $\beta_2 = \gamma_2$  et que  $\lambda = 2\lambda^*$

Les élasticités ne peuvent pas être comparées à la moyenne car la valeur moyenne d'une variable carrée n'équivaut pas la moyenne d'une valeur au carrée.

## ANNEXE 3

### REFERENCE

B E T A S ELASTICITIES S (EP) ( COND. T-STATISTICS)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	-.11E+05 -.018 (-.47) LAM 1	-.75E+04 -.190 (-1.71) LAM 1	.20E+00 .033 (.31) LAM 1	-.11E+00 -.012 (-1.12) LAM 1	-.97E+00 -.255 (-1.60) LAM 1	-.19E+00 -.030 (-.32) LAM 1	-.29E+00 -.033 (-.32) LAM 1	.10E-01 .035 (.86) LAM 1	-.74E-01 -.393 (-2.64) LAM 1
LOG-LIKELIHOOD		-5423.64	-5138.78	-2375.98	-1962.33	-1194.76	-1967.93	-2421.53	523.622	1072.456

### LINEAIRE

B E T A S ELASTICITIES S (EP) ( COND. T-STATISTICS)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	-.13E+05 -.022 (-.61) LAM 2	-.82E+04 -.175 (-1.65) LAM 2	.49E+00 .059 (.64) LAM 2	.61E+00 .052 (.70) LAM 2	-.76E+00 -.132 (-1.03) LAM 2	.36E+00 .041 (.57) LAM 2	.32E+00 .026 (.30) LAM 2	.94E-02 .022 (.61) LAM 2	-.86E-01 -.369 (-2.81) LAM 2
		FIXED	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED
LOG-LIKELIHOOD		-5423.53	-5138.80	-2375.72	-1961.98	-1195.59	-1967.76	-2421.53	523.382	1072.837

### QUADRATIQUE

B E T A S ELASTICITIES S (EP) ( COND. T-STATISTICS)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	.16E+05 .046 (.48) LAM 2	-.51E+04 -.105 (-1.32) LAM 2	-.41E+01 -.397 (-1.35) LAM 2	-.11E+02 -.775 (-2.64) LAM 2	-.41E+01 -.820 (-1.54) LAM 2	-.80E+01 -.760 (-2.71) LAM 2	-.14E+02 -.853 (-2.91) LAM 2	.34E-01 .082 (.67) LAM 2	-.29E-01 -.130 (-.27) LAM 2
	pralt	-.26E+05 -.052 (-.74) LAM 3	-.36E+04 -.054 (-1.22) LAM 3	.49E+01 .343 (1.67) LAM 3	.12E+02 .579 (3.01) LAM 3	.34E+01 .493 (1.40) LAM 3	.82E+01 .560 (3.09) LAM 3	.14E+02 .620 (3.15) LAM 3	-.25E-01 -.042 (-1.44) LAM 3	-.53E-01 -.172 (-1.54) LAM 3
LAMBDA(X) - GROUP 2	LAM 2	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED
LAMBDA(X) - GROUP 3	LAM 3	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED
LOG-LIKELIHOOD		-5423.22	-5138.76	-2374.25	-1955.43	-1194.37	-1960.95	-2416.71	523.597	1073.011

### GENERALE

B E T A S ELASTICITIES S (EP) ( COND. T-STATISTICS)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	-.58E+04 -.041 (-1.08) LAM 2	-.56E+04 -.110 (-.80) LAM 2	-.12E+01 -.098 (-1.86) LAM 2	.67E+01 .511 (3.44) LAM 2	-.47E+00 -.091 (-1.77) LAM 2	.23E+01 .266 (3.35) LAM 2	-.68E+01 -.276 (-2.57) LAM 2	.75E-02 .018 (.47) LAM 2	-.29E-01 -.130 (-1.27) LAM 2
	pralt	.10E+04 .032 (1.71) LAM 3	-.23E+04 -.006 (-1.61) LAM 3	.63E+00 .002 (1.62) LAM 3	-.60E+01 -.677 (-3.30) LAM 3	-.14E+00 -.166 (-3.34) LAM 3	-.17E+01 -.385 (-3.44) LAM 3	.25E+01 .005 (3.65) LAM 3	.18E-02 .016 (.83) LAM 3	-.53E-01 -.172 (-1.54) LAM 3
LAMBDA(X) - GROUP 3	LAM 3	-3.382 [-.76] [-.98]	7.117 [.32] [.28]	11.164 [1.27] [1.15]	-.157 [-.08] [-.60]	-4.414 [-1.68] [-2.06]	-.952 [-.57] [-1.17]	9.364 [2.02] [1.82]	-2.345 [-.30] [-.41]	1.999 [.13] [.07]

REFERENCE

B E T A S	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC			
ELASTICITIES S (EP)	VERSION =	0	0	0	0	0	4	0	0	0			
( UNCOND. T-STATISTICS)	DEP.VAR. =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC			
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	-.02	-.19	.03	-.01	-.26	-.02	.02	.03	-.39	.01	-.41	-.00
		*	*	*	*	**		*	**				

LINEAIRE

DIRECT ELAST. S (EP)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
INDIR. ELAST. S (EP)	VERSION =	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5
( UNCOND. T-STATISTICS)	DEP.VAR. =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	-.02	-.17	.06	.05	-.13	.04	.06	.02	-.37	.07	-.33	.05
		*	*	*	*	*		*	**				

QUADRATIQUE

DIRECT ELAST. S (EP)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
INDIR. ELAST. S (EP)	VERSION =	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5
( UNCOND. T-STATISTICS)	DEP.VAR. =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	.05	-.10	-.40	-.77	-.82	-.78	-.48	.08	-.13	-.69	-.91	-.70
		*	*	*	**	**		*	*				
	pralt	-.05	-.05	.34	.58	.49	.58	.39	-.04	-.17	.53	.40	.53
		*	*	*	**	**		*	*				

GENERALE

DIRECT ELAST. S (EP)	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
INDIR. ELAST. S (EP)	VERSION =	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5
( UNCOND. T-STATISTICS)	DEP.VAR. =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
probabilite qu'un conducteur soit en etat d'ebriete	PRALT	-.04	-.11	-.10	.51	-.09	.49	.03	.02	-.13	.50	.36	.50
		*	*	*	*	*		*	*				
	pralt	.03	-.01	.00	-.68	-.17	-.66	-.14	.02	-.17	-.64	-.83	-.65
		*	*	*	*	*		*	*				

# ANNEXE 4

## REFERENCE

B E T A S ELASTICITIES S (EP) ( COND. T-STATISTICS)	VARIANT = GAR1 VERSION = 1 DEP.VAR. = GAR1	DICR1 0 DICR1	MA 0 MA	NM 0 NM	MO 0 MO	COR 0 COR	ACC 0 ACC	MBC 0 MBC	MTC 1 MTC
---	--	---------------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

### DEPENDANTES OU DE DEMANDE

ventes brutes	DICR1	.10E-01	.20E-02	.12E-02	.36E-02	.64E-02	-.14E-01	-.30E-07
recorrigees de		.054	.031	.043	.036	.044	-.015	-.015
diesel, une mesure		(1.75)	(1.01)	(.64)	(1.17)	(1.66)	(-1.29)	(-.18)
routiere l (litres)		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1
ventes	KMPARR1	.80E-01	.11E-01	.65E-02	.22E-01	.64E-01	.77E-01	.15E-06
brutes d'essence		.874	.487	.601	.495	1.019	.066	.764
ordinaire routiere 1		(3.77)	(1.94)	(1.62)	(2.12)	(3.98)	(.77)	(1.74)
ponderrees par la cons		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1

### ----- PRIX -----

indice de prix reel	ENTRNMDC	.66E+04	.81E+03	-.16E+01	-.20E+01	-.12E+01	-.16E+01	-.20E+01	-.22E-01	-.32E-02
d'utilisation et		.200	.273	-.630	-.727	-1.001	-.706	-.618	-.056	-.283
d'entretien de l'auto		(1.89)	(.68)	(-3.03)	(-3.97)	(-3.86)	(-3.77)	(-3.91)	(-.57)	(-.99)
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1
tarif reel des	FAD822	.21E+06								
adultes, CTCUM		.133								
Montreal (\$		(2.42)								
CONSTANTS		LAM 1								
DE DEC. 1956)										
indice du prix	IPDRQO		-.41E+05							
reel du diesel			-.317							
au Quebec et en			(-1.13)							
Ontario (\$/litre)			LAM 1							
indice des prix a la	PCBNETT	.63E+03								
consommation net du		.030								
transport a Montreal		(.25)								
		LAM 1								
prix reel du diesel	PDRQ		-.74E+01	-.40E+00	-.11E+02	-.10E+01	-.87E+01	-.17E-01	-.91E+00	
au Quebec (\$/litre)			-.826	-.025	-1.732	-.101	-.624	-.067	-1.331	
			(-3.19)	(-.12)	(-4.83)	(-.43)	(-2.90)	(-.62)	(-3.54)	
			LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	
prix reel de	PGRPKM	-.78E+06	.58E+00	-.98E+01	-.83E+00	-.53E+01	.50E+00	.33E-03	.57E+00	
l'essence par		-.105	.046	-.384	-.079	-.353	.024	.001	.279	
kilometre (\$/km)		(-1.20)	(.28)	(-2.45)	(-.33)	(-2.17)	(.18)	(.02)	(1.10)	
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	

### ----- MOTORISATION QTE DE VEHICULES -----

automobiles per capita	AUPPOP	.33E+06	.288	(1.42)	LAM 1
motos et	MOCYPAD	.68E+04	.000	(.04)	
cyclomoteurs par					
adulte					
vehicules	VUTDIPAD	.18E+06	.315	(.85)	LAM 1
utilitaires au					
carburant					
diesel par adulte					
vehicules	VUTGAPAD	.41E+06	.127	(1.27)	LAM 1
utilitaires a					
essence par adulte					







B E T A S	VARIANT =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC
ELASTICITIES S (EP)	VERSION =	1	0	0	0	0	0	0	0	1
( COND. T-STATISTICS)	DEP.VAR. =	GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC

ET CETERA ADMINISTRATIVES

regime du constat a l'amiable	CONSTA -----									
				-.41E+00					-.70E+00	
				-.073					-.085	
				(-1.04)					(-1.59)	
critere minimum d'inscription des accidents avec dommages materiel	DMSR			-.19E+01					-.18E+01	
				-.816					-.604	
				(-13.06)					(-11.45)	
				LAM 1					LAM 1	
variable auciliaire pour le rapport d'accident uniforme	DUM78RAU -----			.17E+00					-.16E+00	
				.030					-.020	
				(.31)					(-.26)	
ventes au detail au Quebec (\$'000 constants decembre 56)	RSIDPQ			.94E+01						
				.492						
				(2.76)						
				LAM 1						
jours de vacances par mois	VWMD			.75E+04						
				.019						
				(2.04)						

ET CETERA - AGREGATION

regime du constat a l'amiable	CONSTA -----									
				-.41E+00					-.70E+00	
				-.073					-.085	
				(-1.04)					(-1.59)	
critere minimum d'inscription des accidents avec dommages materiel	DMSR			-.19E+01					-.18E+01	
				-.816					-.604	
				(-13.06)					(-11.45)	
				LAM 1					LAM 1	
variable auciliaire pour le rapport d'accident uniforme	DUM78RAU -----			.17E+00					-.16E+00	
				.030					-.020	
				(.31)					(-.26)	
variable auxiliaire pour sous-estimation due a RAU78cs	SED78RAU -----			-.28E+00					.36E+00	
				-.024					.022	
				(-.40)					(.43)	

ET CETERA AGREGATION

nombre de samedis durant le mois	SAT										
		-.59E+04	-.20E+04	.64E+00	.89E+00	-.11E+00	.64E+00	.78E+00	.20E-01	-.11E-01	
		-.032	-.147	.148	.159	-.046	.151	.132	.060	-.187	
		(-1.04)	(-1.71)	(2.63)	(3.06)	(-.35)	(3.09)	(2.56)	(1.92)	(-1.61)	
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	
nombre de dimanches et de jours feries durant le mois	SHD										
		-.82E+04	-.16E+04	.65E+00	.51E+00	-.15E-01	.39E+00	.91E+00	.19E-01	-.20E-02	
		-.049	-.130	.157	.095	-.007	.095	.161	.058	-.036	
		(-1.70)	(-1.50)	(2.98)	(2.01)	(-.07)	(2.04)	(3.12)	(2.58)	(-.40)	
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	
jours ouvrables par mois	WD										
		.10E+05	-.29E+04	.14E+01	.66E+00	-.10E+00	.50E+00	.15E+01	.44E-01	-.12E-02	
		.150	-.515	.425	.183	-.068	.168	.351	.121	-.052	
		(1.73)	(-1.55)	(2.31)	(1.21)	(-.17)	(1.11)	(2.05)	(1.38)	(-.15)	
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	
REGRESSION CONSTANT	CONSTANT										
		-.38E+07	.23E+06	.10E+03	.90E+02	.31E+02	.47E+02	.17E+03	-.63E+00	.74E+01	
		-7.704	7.172	18.224	10.904	9.065	8.005	20.890	-2.082	48.415	
		(-1.85)	(.68)	(4.03)	(1.33)	(.74)	(1.38)	(3.58)	(-.60)	(.18)	





# ANNEXE 5

## ALCOOL DESAGREGE

### REFERENCE

		GARI	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC
-----										
CONSUMMATEURS-EBRIETE OU VIGILANCE										
-----										
probabilite qu'un conducteur ait consomme de la biere	PRBIE	.19E+04 .004 (.12)	.48E+02 .001 (.01)	-.12E+01 -.190 (-2.10)	-.90E+00 -.093 (-.90)	.51E+00 .124 (.80)	-.59E+00 -.103 (-.99)	-.14E+01 -.188 (-2.02)	.48E-02 .016 (.51)	.22E-01 .086 (.48)
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1
probabilite qu'un conducteur ait consomme du cidre	PRCID	-.73E+06 -.013 (-1.28)	.32E+05 .005 (.14)	.22E+01 .002 (.10)	.93E+01 .007 (.47)	.19E+01 .003 (.10)	.70E+01 .008 (.58)	.12E+02 .010 (.51)	-.11E+00 -.002 (-.21)	-.68E+00 -.023 (-.74)
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1
probabilite qu'un conducteur ait consomme des spiritueux	PRSPI	-.18E+05 -.020 (-.67)	-.13E+05 -.127 (-.77)	.11E+01 .144 (1.93)	.32E+00 .026 (.35)	-.30E+00 -.057 (-.47)	.23E+00 .034 (.48)	.98E+00 .108 (1.37)	.72E-02 .025 (.67)	-.62E-01 -.137 (-.90)
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1
probabilite qu'un conducteur ait consomme du vin	PRVIN	.20E+05 .012 (.31)	.35E+04 .019 (.11)	-.14E+01 -.153 (-1.45)	-.33E+00 -.020 (-.24)	-.11E+01 -.163 (-1.11)	-.40E+00 -.046 (-.54)	-.18E+01 -.158 (-1.50)	-.25E-02 -.009 (-.19)	-.65E-01 -.075 (-.48)
		LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1	LAM 1
LOG-LIKELIHOOD		-5421.74	-5137.26	-2368.41	-1961.43	-1189.85	-1966.90	-2416.17	524.701	1075.173

### QUADRATIQUE

-----										
CONSUMMATEURS-EBRIETE OU VIGILANCE										
-----										
probabilite qu'un conducteur ait consomme de la biere	PRBIE	.17E+06 .267 (2.15)	-.18E+05 -.229 (-4.6)	-.20E+02 -1.038 (-2.78)	-.21E+02 -1.154 (-2.50)	-.14E+02 -1.645 (-2.64)	-.14E+02 -.933 (-2.17)	-.32E+02 -1.165 (-3.11)	.61E-01 .095 (.73)	.44E+00 1.571 (2.71)
		LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2
	prbie	-.35E+06 -.265 (-2.23)	.39E+05 .234 (.48)	.33E+02 .811 (2.34)	.41E+02 1.063 (2.45)	.30E+02 1.607 (2.98)	.26E+02 .843 (2.11)	.55E+02 .945 (2.66)	-.10E+00 -.075 (-.61)	-.96E+00 -1.597 (-2.95)
		LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3
probabilite qu'un conducteur ait consomme du cidre	PRCID	-.66E+06 -.013 (-1.14)	.12E+05 .002 (.05)	.88E+01 .005 (.26)	.50E+01 .003 (.22)	.15E+01 .002 (.06)	.78E+01 .006 (.43)	.31E+02 .013 (.72)	-.73E-02 -.000 (-.01)	-.16E+00 -.007 (-.20)
		LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2
probabilite qu'un conducteur ait consomme des spiritueux	PRSPI	-.11E+06 -.067 (-1.30)	-.27E+05 -.136 (-.60)	.82E+01 .170 (1.38)	.14E+01 .030 (.25)	-.37E+01 -.165 (-.88)	.10E+01 .027 (.24)	.86E+01 .125 (1.12)	.99E-01 .061 (.83)	-.14E+00 -.191 (-.90)
		LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2
	prspi	.40E+06 .047 (1.49)	-.53E+03 -.000 (-.00)	-.78E+01 -.030 (-.43)	.22E+00 .001 (.01)	.12E+02 .099 (.88)	-.25E+00 -.001 (-.02)	-.10E+02 -.028 (-.47)	-.21E+00 -.024 (-.55)	.37E+00 .094 (.84)
		LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3
probabilite qu'un conducteur ait consomme du vin	PRVIN	.13E+06 .028 (.40)	.59E+05 .102 (.39)	-.50E+02 -.353 (-2.31)	-.28E+02 -.211 (-1.68)	-.21E+02 -.323 (-1.57)	-.24E+02 -.227 (-1.85)	-.79E+02 -.396 (-2.78)	-.17E+00 -.035 (-.46)	-.28E+00 -.134 (-.53)
		LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2	LAM 2
	prvin	-.14E+07 -.020 (-.89)	-.21E+06 -.023 (-.29)	.26E+03 .116 (2.26)	.17E+03 .078 (1.55)	.84E+02 .082 (1.35)	.14E+03 .085 (1.78)	.43E+03 .135 (2.97)	.86E+00 .011 (.42)	.26E+00 .008 (.10)
		LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3	LAM 3
LAMBDA(X) - GROUP 2	LAM 2	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED	1.000 FIXED
LAMBDA(X) - GROUP 3	LAM 3	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED	2.000 FIXED
LOG-LIKELIHOOD		-5417.46	-5136.59	-2363.34	-1953.05	-1184.53	-1959.05	-2407.50	525.020	1080.310



REFERENCE

		GAR1	DICR1	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
probabilite qu'un conducteur ait consomme de la biere	PRBIE	-.01	.00	-.15 -.01	-.05 -.01	.23 -.00	-.04 -.01	-.13 -.01	.01 -.00	.02 -.01	-.03 -.01	-.02 -.01	-.03 -.01
		*	*	*	*	**			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du cidre	PRCID	.00	.00	.00 -.00	-.00 -.00	-.01 -.00	-.00 -.00	-.00 -.00	.00 -.00	-.00 -.00	-.00 -.00	-.00 -.00	-.00 -.00
		*	*	*	*	*			**	**			
probabilite qu'un conducteur soit sous l'influence de medicaments	PRMED	-.02		.02 -.02	.28 -.01	.17 -.01	.27 -.01	.08 -.02	.01 -.00	-.09 -.01	.28 -.01	.19 -.02	.28 -.01
		*		*	**	**			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme des spiritueux	PRSPI	.00	-.13	.10 -.01	-.01 -.00	-.12 -.00	-.01 -.00	.07 -.01	.03 -.00	-.14 -.00	.02 -.00	-.15 -.00	.01 -.00
		*	*	*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du vin	PRVIN	-.01	.03	-.04 -.01	.03 -.00	.03 -.00	.03 -.00	-.02 -.01	-.02 -.00	-.03 -.01	.02 -.01	.01 -.01	.01 -.01
		*	*	*	*	*			*	*			

QUADRATIQUE

-----  
CONSOMMATEURS-EBRIETE OU VIGILANCE  
-----

probabilite qu'un conducteur ait consomme de la biere	PRBIE	.27	-.23	-1.04 .29	-1.15 .17	-1.64 .25	-1.17 .17	-1.07 .27	.09 .02	1.57 .08	-1.08 .19	.40 .25	-1.03 .19
		*	*	**	**	**			*	**			
	prbie	-.26	.23	.81 -.29	1.06 -.16	1.61 -.25	1.09 -.17	.87 -.26	-.08 -.02	-1.60 -.08	-.19	-.24	-.19
		*	*	**	**	**			*	**			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du cidre	PRCID	-.01	.00	.01 -.01	.00 -.01	.00 -.01	.00 -.01	.00 -.01	-.00 -.00	-.01 -.00	.00 -.01	-.00 -.01	.00 -.01
		*	*	*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme des spiritueux	PRSPI	-.07	-.14	.17 -.08	.03 -.05	-.16 -.07	.02 -.05	.14 -.08	.06 -.00	-.19 -.02	.08 -.05	-.17 -.07	.07 -.05
		*	*	*	*	*			*	*			
	prspi	.05	-.00	-.03 .05	.00 .03	.10 .05	.00 .03	-.02 .05	-.02 .00	.09 .01	.03	.04	.03
		*	*	*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du vin	PRVIN	.03	.10	-.35 .04	-.21 .02	-.32 .03	-.22 .02	-.32 .03	-.04 .00	-.13 .01	-.25 .02	-.35 .03	-.25 .02
		*	*	**	*	**			*	*			
	prvin	-.02	-.02	.12 -.02	.08 -.01	.08 -.02	.08 -.01	.11 -.02	.01 -.00	.01 -.01	-.01	-.02	-.01
		*	*	**	*	**			*	*			

LINEAIRE

-----  
 CONSOMMATEURS-EBRIETE OU VIGILANCE  
 -----

		GARI	DICRI	MA	NM	MO	COR	ACC	MBC	MTC	HT	DE	VI
probabilite qu'un conducteur ait consomme de la biere	PRBIE	-.00	.01	-.15	-.05	.23	-.04	-.13	.01	.03	-.03	-.00	-.03
		*	*	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00
				*	*	**			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du cidre	PRCID	-.01	.01	-.00	.00	-.01	.00	-.00	-.00	-.02	-.00	-.02	-.00
	-----	*	*	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.00	-.00	-.01	-.01	-.01
				*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme des spiritueux	PRSPI	-.01	-.12	.10	-.00	-.12	-.01	.07	.02	-.14	.02	-.15	.01
		*	*	-.01	-.01	-.00	-.01	-.01	.00	-.00	-.01	-.01	-.01
				*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du vin	PRVIN	.00	.03	-.04	.03	.03	.03	-.02	-.01	-.02	.02	.01	.02
		*	*	.00	.00	.00	.00	.00	-.00	-.00	.00	.00	.00
				*	*	*			*	*			

GENERALE

probabilite qu'un conducteur ait consomme de la biere	PRBIE	-.00	1.09	2.54	-.62	.30	-.59	1.86	.18	-.45	-.41	-1.03	-.43
		*	*	.05	.03	.00	.03	.05	-.02	-.00	.01	.03	.01
				*	*	**			*	**			
	prbie	.00	-1.08	-2.77	.52	-.17	.49	-2.06	-.16	.30	.33	.79	.34
		*	*	-.06	-.03	-.01	-.03	-.05	.02	.00	-.01	-.03	-.02
				*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du cidre	PRCID	-.01	.00	.01	.00	-.00	.00	.00	-.00	-.01	.00	-.01	.00
	-----	*	*	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.00	-.01	-.01	-.01	-.01
				*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme des spiritueux	PRSPI	.01	-.09	-.12	.01	.00	.01	-.09	.11	.03	.12	.04	.12
		*	*	.01	.00	.01	.00	.01	.00	.01	.01	.01	.01
				*	*	*			*	*			
	prspi	-.00	-.06	.29	.01	-.01	.00	.23	-.07	-.00	-.07	.00	-.06
		*	*	-.00	-.00	-.00	-.00	-.00	.00	.00	-.00	-.00	-.00
				*	*	*			*	*			
probabilite qu'un conducteur ait consomme du vin	PRVIN	-.01	-.21	.67	-.12	-.08	-.12	.50	-.06	-.14	-.18	-.26	-.18
		*	*	-.02	-.01	-.01	-.01	-.02	.00	-.00	-.01	-.02	-.01
				*	*	*			*	*			
	prvin	.00	.32	-.96	.01	-.12	.01	-.75	.04	-.03	.05	-.02	.04
		*	*	*	*	*			*	*			

## ANNEXE 6

DRAG-TABLEX		
EQUATION(y)	ELASTICITÉ	
$y$ : variable dépendante  $X_k$ : variable indépendante	$E_{y.X_k}$ (estimée)	$E_{y.X_k}^d$ : directe (calculée à partir des composantes)  $E_{y.X_k}^i$ : indirecte (calculée à partir des composantes)
<b>DR</b> Demande Routière		
1. GARI	$E_{GARI.X_k}$	aucune
2. DICRI	$E_{DICRI.X_k}$	aucune
<b>A</b> Accidents		
3. MA	$E_{MA.X_k}$	aucune $E_{MA.GARI} \cdot E_{GARI.X_k} + E_{MA.DICRI} \cdot E_{DICRI.X_k}$
4. NM	$E_{NM.X_k}$	aucune $E_{NM.GARI} \cdot E_{GARI.X_k} + E_{NM.DICRI} \cdot E_{DICRI.X_k}$
5. MO	$E_{MO.X_k}$	aucune $E_{MO.GARI} \cdot E_{GARI.X_k} + E_{MO.DICRI} \cdot E_{DICRI.X_k}$
6. COR (= NM + MO)	$E_{COR.X_k}$	$(E_{NM.X_k} \cdot NM + E_{MO.X_k} \cdot MO) / COR$
7. ACC (= MA + NM + MO)	$E_{ACC.X_k}$	$(E_{MA.X_k} \cdot MA + E_{NM.X_k} \cdot NM + E_{MO.X_k} \cdot MO) / ACC$
<b>G</b> Gravité		
8. MBC	$E_{MBC.X_k}$	aucune $E_{MBC.GARI} \cdot E_{GARI.X_k} + E_{MBC.DICRI} \cdot E_{DICRI.X_k}$
9. MTC	$E_{MTC.X_k}$	aucune $E_{MTC.GARI} \cdot E_{GARI.X_k} + E_{MTC.DICRI} \cdot E_{DICRI.X_k}$
<b>VI</b> Victimes (Equations non estimées)		
10. HT (= COR × MBC)	aucune	$E_{COR.X_k}^d + E_{MBC.X_k}$ $E_{COR.X_k}^i + E_{MBC.X_k}^i$
11. DE (= COR × MTC)	aucune	$E_{COR.X_k}^d + E_{MTC.X_k}$ $E_{COR.X_k}^i + E_{MTC.X_k}^i$
12. VI (= HT + DE)	aucune	$(E_{HT.X_k}^d \cdot HT + E_{DE.X_k}^d \cdot DE) / VI$ $(E_{HT.X_k}^i \cdot HT + E_{DE.X_k}^i \cdot DE) / VI$

## BIBLIOGRAPHIE

- Ben Akiva M.**, *Discrete Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, M.I.T. Press, Marvin L. Manheim Editor, Cambridge, Massachusetts 1985, chapitre 6: Aggregate Forecasting Techniques, pps 131-153.
- Borkenstein R.F.** *The role of the Drinking Driver in Traffic Accidents*, The Grand Rapids Study, Report to the Division of Accident Prevention, Bureau to State Services, U.S. Public Health Service (Edited by Allen Dale), 1964, 123 pages.
- Colon, I. and H. Cutter**, *The Relation of Beer Consumption and State Alcohol And Motor Vehicle Policies to Fatal Accidents* Journal of Safety Research vol 14, pp. 83-89, 1983.
- Cooke, K., G. W. Frost and G.S. Stokes**, *Blood pressure and its relation to low levels of alcohol consumption* Clinical and Experimental Pharmacology and Psychology, Blackwell Scientific Publications (1983) 10, 229- 233.
- De Palma, A.**, *Analyse critique de l'hypothèse de Ledermann* Northwestern University, Novembre 88, 70 pages.
- De Palma, A.**, *La Modélisation des conduites d'alcoolisation"* Institut de Recherche Scientifique sur les Boissons, Paris, 1986.

**Dagenais, Gaudry, Liem.** *Urban Travel Demand: the Impact of Box- Cox Transformations with Nonspherical Residual Errors*, Publication du Centre de Recherche sur les Transports #359, Université de Montréal.

**Filou, K.**, *Alcool, déplacements et insécurité routière chez les jeunes conducteurs, Résultats de l'enquête sur la route (1984-1986)*" Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. Publication #65, avril 1988.

**Dagenais, Gaudry, Liem**, *Multiple Regression Analysis with Box-Cox Transformations and Non Spherical Residual Errors: A Transportation Application*, publication du Centre de Recherche sur les Transports #166, Université de Montréal page 28.

**Gaudry, M.**, *Functional form and Stochastic specification: Current Applications to Aggregate Time-Series and Cross Sectional Travel Demand Models*, Transportation Planning Models, M. Florian (Ed.) 1984, p61-76.

**Gaudry, M.**, *DRAG, un modèle de la Demande Routière, des Accidents et de leur Gravité appliqué au Québec de 1956 à 1982*, Publication du Centre de Recherche sur les Transports #359, Université de Montréal.

**Gaudry, M. D. Baldino et T.C. Liem**, "*F.R.Q., un Fichier Routier Québécois*" Publication du Centre de Recherche sur les Transports #360, Université de Montréal.



- Gaudry, M., M.G. Dagenais**, *Heteroscedasticity and the Use of Box-Cox Transformations*,  
Economic Letters, vol. 2, no. 3 pp.225-229
- Gaudry, M.J.I. et J.J Wills**, *Estimating the Functional Form of Travel Demand Models*",  
Transportation Research, vol. 12 pp. 235-289. 1978.
- Gregson, R. and B. Stacey**, *Distribution of Self-Reported alcohol consumption in New-Zealand  
1978-1979*, Phycological Reports, 47 pages 59-170, 1980.
- Grossman, M. and H.Saffer**, *Beer Taxes, the Legal Drinking Age, and Youth Motor Vehicle  
Fatalities*, NBER paper #1914, Massachusetts, 1986.
- Harrison**, *Principes de médecine interne*, 4ième édition, 4 rue Casimir-Delavigne 75006 Paris,  
1988.
- Higson, Howland, Merlock and Heeren**, *Legal Interventions to reduce Drunken Driving and  
Related Fatalities Among Youthful Drivers*, Boston University School of Medicine,  
Boston, Massachusetts, pp.87-97. 1987
- Jacobs B. James**, *Drunk Driving: an American Dilemma*, University of Chicago Press. 1989.
- Jayet, M.**, *Risque 'alcool au volant' action législative et la théorie de dissuasion: analyse du  
modèle répressif de la politique préventive*, Recherche, Transport et Sécurité, Publication

#23, septembre 1989, France pps. 29-36.

- Laurence, Snortum, Zimring**, *Social Control of the Drinking Driver*, University of Chicago press, Chicago. Earl Warren Legal Institute Study, pp. 1-27
- Ledermann, S.**, *Alcool, Alcoolisme, Alcoolisation: Mortalité, morbidité, accidents du travail*, Institut national d'études démographiques, cahier #41. Presses Universitaires de France, 1964. pp. 386-577.
- Manski, C., D. McFadden**, *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*, Massachusetts Institute of Technology. M.I.T. press, Manski et McFadden editors 1981, chapter 8.
- McLean, Holubowycz**, *Drink-Driving Behavior in South Australia: High Alcohol Consumers and Traffic*, Proceedings of the international workshop Ates INRETS #18 Ministère de la Recherche, Paris France, Novembre 88, pp. 227-237.
- Mercer, G. William**, *Alcohol-Related Casualty Traffic Accidents: trends characteristics, person involved and consequences*, B-C 1987, 23 pages
- Moles, A.**, *La modélisation des conduites d'alcoolisation*, Institut de Recherche Scientifique sur les Boissons, Paris, 1986.

- Roach, M.**, *Alcohol and the Brain*, Biochemical and Physiological Effects, pp. 30-35
- Shaper, A.G., G. Wannamethee and M. Walker**, *Alcohol and Mortality in British Men: Explaining the U-Shaped Curve*, The Lancet #8623, 1988, pages 1267-1273.
- Strickland J.A. and W.R. Wooles**, *Blood Ethanol Level and Physiologic Measurements During Ethanol-Induces Hypertension*, Department of Pharmacology, School of Medicine East Carolina University, Greenville, NC 27858. 1989 Alcohol; vol. 6 p.109-114.
- Verhaegen, Keer, Gambart**, *The Influence of Small Doses of Alcohol on the Rate of Decision Making*, Alcohol, Drugs and Traffic safety proceedings of the Sixth international conference on Alcohol, drugs and Traffic safety, Toronto. September 1974. Ed. S. Israelstamm et S. Lambert. Addiction Research Foundation on Ontario. page 405
- Votey, H., L. P. Shapiro**, *Highway Accidents in Sweden, Modelling the Process of Drunken Driving Behaviour and Control*, Department of Economics, University of California Santa Barbara, C.A. 1983, pp. 523-533
- Wilkinson, R., Colquhoun, W.**, *Intercation of Alcohol With Incentive and with Sleep Deprivation*, Journal of Experimental Psychology volume 76, 1968, American Psychological Association Inc. pp. 623-629.

1. Filou, Khoudour: "Alcool, déplacements et insécurité routière chez les jeunes conducteurs,, Résultats de l'enquête sur la route (1984-1986)" Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. Publication #65, avril '88, page 16.
2. Colon, Israel; Henry Cutter; "The relation of beer consumption and State" Alcohol, and Motor Vehicle Policies to Fatal Accidents. Journal of Safety Research, 1983, page 84.
3. Jayet, Marie-Chantale: "Risque 'Alcool au volant' Action législative et la théorie de dissuasion: Analyse du modèle repressif de la politique préventive" Recherche, Transport et Sécurité, Publication #23. Septembre 1989, France pages 29-36.
4. M. A. Schuckit, "Alcool et alcoolisme." Harrison's Principes de Médecine Interne, 4ième édition. 4 Rue Casimir-Delavigne, 75006 Paris, 1984. page 2106.
5. De Palma; "Analyse critique de Ledermann" Northwestern University, novembre 1988, page 14.
5. Abraham Moles; "La modélisation des conduites d'alcoolisation" Institut de Recherches Scientifiques sur les Boissons. Paris 1986, page 32.
7. ibid page 13.
8. Laurence, Snortum, Zimring; "Social control of the drinking driver", Earl Warren Legal Institute of the University of California at Berkeley. Février 1973, page 12.
9. De Palma, "Analyse critique de l'hypothèse de Ledermann" Northwestern University. Novembre 1988, page 31.
10. De Palma, André; "La modélisation des conduites d'alcoolisation", IREB, France, p. 13.
11. Gregson, R et Stacey B., "Distribution of self-reported alcohol consumption in New Zealand 1978-1979" Psychological Reports, 47, 59-170, 1980.
12. ibid (1) page 18.
13. Péquignot, G. et A. Tuyns; "Ratins d'alcool consommés et risques pathologiques", dans Inserm, Anglo-French Symposium on alcoholism, Paris, 1975.
14. Shaper, Walker, Wannamenthee: "Alcohol and Mortality in British men; examining the U shaped curve" The lancet, Décembre '88.
15. Ledermann, Sully: "Alcool, Alcoolémie, Alcoolisation" Mortalité, morbidité et accidents du travail. Institut National d'Études Démographiques. Cahier #41, Presse Universitaires de France. 1964
16. ibid, page 10

17. Péquignot, G. A. Tunys et J. Berta: "Ascitic Cirrhosis in relation to Alcohol consumption" *International Journal of Epidemiology* #7, page 118.
18. Schmidt, W.; "The epidemiology of Cirrhosis of the Liver: a statistical analysis of mortality with special reference to Canada", Alcohol and the Liver, Fisher m, Rankin J. ed. Plenum press, New York, 1977.
18. Wilkinson, R., Colquhoun, W; "Intercation of Alcohol With Incentive and with Sleep Deprivation" *Journal of Experimental Psychology* volume 76, 1968, American Psychological Association Inc, pages 623-629.
20. Alsop, R.E.: "Alcohol and Road Accidents: A discussion of the Grand Rapids study Road research laboratory. Ministry of Transport RRL report #6. Harmondworth Road Research Laboratory, 1966.
21. Hingson, Ralph; Howland, Merdock: "Legal intervention to reduce drunken driving and related fatalities among youth drivers. Boston University, School of Medicine.
22. Votey, Harold & Perry Shapiro: "Highway accidents in Sweeden: Modelling the Process of Drunken Driving Behavior and Control" Department of Economics, University of California, Santa Barbara, Ca. Pergamon Press, vol. 15, 1983. page 531.
23. Mercer, William: "Alcohol related causality traffic accidents: Trends characteristics, person involved and consequence." University of British Columbia, 1978.
24. ibid 9
25. Ibid
26. Hinson, Howland, Morelock, Herren: "Legal Intervention to reduce Drunken Driving and Related Fatalities Among Youthful Drivers." Dans Alcohol, Drugs and Driving. Vol 4, no. 2. Boston University School of Medicine. 1987. page 87.
27. Gaudry, M. "DRAG, un modèle de la Demande Routière, des Accidents et leur Gravité, appliqué au Québec de 1965 à 1982. C.R.T. # 359. 1984.
28. Votey, Harold. Shapiro, Perry.; "Highway accidents in Sweden: Modelling the Process of Drunken Driving Behaviour and Control" Department of Economics, University of California Santa Barbara, Ca. Pergamon Press, vol. 15, 1983. Page 531.
29. Gaudry, Marc, D. Baldino et T. C. Liem: "F.R.Q., un Fichier Routier Québécois", Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal, Publication #360, septembre 1984.
30. Gaudry, M.J.I. et M.G. Dagenais; "Heteroscedasticity and the Use of Box-Cox Transformations", Economic Letters, vol. 2, no. 3 pp.225-229.
31. Gaudry, M.J.I. et J.J. Wills, "Estimating the Functional Form of Travel Demand Models", *Transportation Research*, vol. 12, pp. 235-289. 1978.

32. Dagenais, Gaudry, Liem: "Urban Travel Demand: The Impact of Box-Cox Transformations with Nonspherical Residual Errors" Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal. Publication #358, juin 1985. Page 10.
33. ibid page 14
34. Gaudry, Marc: "DRAG, un modèle de la Demande Routière, des Accidents et de leur Gravité, appliqué au Québec de 1956 à 1982." Publication du Centre de Recherche sur les Transports #358, Université de Montréal.
35. Dagenais, M.G., M. I. J. Gaudry et T.C. Liem; "Multiple Regression Analysis with Box-Cox Transformations and Non spherical Residual Errors: A transportation Application", publication #166 du Centre de Recherche sur les Transports, Université de Montréal, page 28.
36. Gaudry, M.; "Drag: Un modèle de Demande Routière, des accidents et de leur Gravité, appliquée au Québec de 1956 à 1982." Publication du Centre de Recherche sur les Transports #358, Université de Montréal, page 59.
37. Gaudry, Marc: "DRAG, un modèle de la Demande Routière, des Accidents et de leur Gravité, appliqué au Québec de 1956 à 1982." Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal, Publication # 359, septembre 1984. page 61
38. Dagenais, Gaudry et Liem; "Urban Travel Demand: The Impact of Box-Cox Transformations with Nonspherical Residual Errors" C.R.T. Université de Montréal, page 28
39. Drag, page 162.