

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'ASSURANCE AUTOMOBILE AU QUÉBEC :  
UNE PRIME SELON LE COÛT MARGINAL

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIQUE

PAR

ERIC LÉVESQUE

JANVIER 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

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

## REMERCIEMENTS

Le dépôt d'un mémoire marque la fin d'un cycle de vie mais le commencement d'une grande aventure. Plusieurs personnes ont permis à ce projet de se concrétiser et je leur en suis reconnaissant.

Je tiens à remercier chaleureusement M. Claude Fluet pour sa supervision, son appui, sa confiance et sa patience.

Je tiens aussi à remercier M. George Dionne pour sa collaboration.

Enfin, je ne peux passer sous silence le support inconditionnel de mes proches et de ma famille. Ces appuis et précieux conseils ont fait de cette aventure une réussite inoubliable.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
RÉSUMÉ .....	viii
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I	
HISTORIQUE DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE AU QUÉBEC	
1.1 L'assurance automobile au début du siècle passé .....	3
1.2 1978 : Loi sur l'assurance automobile .....	4
1.3 1992 : Nouvelle tarification selon les points d'inaptitudes .....	6
1.4 Justification de l'usage des points d'inaptitudes dans la tarification ...	9
CHAPITRE II	
MODÈLE THÉORIQUE DES PRIMES D'ASSURANCE	
2.1 Hypothèses de départ .....	12
2.2 Introduction au phénomène de l'assurance .....	13
2.3 Le choix de capacité .....	18
2.4 Construction des classes .....	20
2.5 Le risque .....	21
2.6 Classes de dommages – Système Public .....	24
2.7 Classes de dommages – Système Privé .....	25
CHAPITRE III	
LES DIFFÉRENTES PRIMES D'ASSURANCE	
3.1 Tarification de la prime uniforme .....	35

3.2	Tarification de la prime sur base d'assurance directe individuelle .....	36
3.3	Tarification selon un régime de responsabilité .....	37
3.4	Tarification au coût social marginal .....	40
CHAPITRE IV		
INTERFINANCEMENT		
4.1	Comparaisons des primes et résultats du modèle .....	44
CONCLUSION .....		54
APPENDICE A .....		56
BIBLIOGRAPHIE .....		58

LISTE DES FIGURES

<b>Figure</b>	<b>Page</b>
2.1 Distribution des gains et coûts actuariels.....	16

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
1.1 Sanctions monétaires reliées aux points d'inaptitude accumulés durant 2 ans .....	7
1.2 Régression sur le nombre d'accident de la période 1993-1996 en utilisant les points d'inaptitude du modèle de tarification québécois (période 1991-1994) .....	10
2.1 Proportion de la population selon le niveau de risque .....	22
2.2 Caractéristiques du Régime d'Assurance Public .....	23
2.3 Caractéristiques du Régime d'Assurance Privé .....	23
2.4 Proportions et niveau du dommage des classes du Régime d'Assurance Public .....	25
2.5 Proportions et niveau du dommage des classes du Régime d'Assurance Privé .....	25
2.6 Distribution de la population selon les couples pour le Régime d'Assurance Public .....	27
2.7 Tableau cumulatif pour le Régime d'Assurance Public .....	28
2.8 Tableau cumulatif pour le Régime d'Assurance Privé .....	29
2.9 Tableau résumé pour le Régime d'Assurance Public .....	30
2.10 Tableau résumé pour le Régime d'Assurance Privé .....	31
3.1 Prime d'assurance selon la tarification de régime Responsabilité pour le Régime Public .....	38
3.2 Prime d'assurance selon la tarification de régime Responsabilité pour le Régime Privé .....	39
3.3 Primes de la tarification au coût social marginal .....	42

<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
4.1 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour le Régime Public .....	44
4.2 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour le Régime Privé .....	45
4.3 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour les conducteurs à risque faible .....	47
4.4 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour les conducteurs à risque moyen .....	47
4.5 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour les conducteurs à risque élevé .....	48
4.6 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour les conducteurs à dommage faible .....	50
4.7 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour les conducteurs à dommage moyen .....	50
4.8 Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour les conducteurs à dommage élevé .....	51
A.1 Infractions au Code de la sécurité routière entraînant l'inscription de points d'inaptitude .....	56

## RÉSUMÉ

Les accidents de la route représentent un coût social important dans les sociétés industrialisées. C'est vrai aussi sur le plan individuel et il n'est donc pas étonnant que la souscription d'assurance soit devenue une dépense incontournable. Cependant, la mise en œuvre des protections fournies par l'assurance se traduit par des iniquités importantes entre catégories de conducteurs. L'objectif de ce mémoire est d'illustrer empiriquement la question de l'interfinancement entre catégories de conducteurs.

Dans cette étude, nous utilisons des données statistiques sur la population conductrice québécoise afin de calculer une nouvelle forme de prime d'assurance automobile. Notre prime d'assurance selon le coût social marginal impute aux conducteurs une prime représentative du risque de dommage qu'ils imposent à la société. Nos résultats montrent que les formules couramment utilisées pour le calcul de la prime d'assurance ne facturent pas un "juste prix" aux conducteurs: les mauvais conducteurs et les conducteurs à dommages élevés en bénéficient au détriment d'autres catégories de conducteurs. Notre analyse fournit une estimation de l'écart entre les formules utilisées actuellement et une prime au coût social marginal.

**Mots clés :** Assurance automobile, tarification, interfinancement, coût social marginal.

## INTRODUCTION

Au Canada, l'industrie de l'assurance automobile représente la catégorie des assurances de dommages la plus importante. Les primes globales de l'assurance automobile sont supérieures à celles de toutes les autres catégories réunies<sup>1</sup>. Pas étonnant qu'il y ait autant de levées de boucliers ou de tensions lorsque l'on évoque la possibilité d'une hausse des primes ou de modifications des règles du jeu. Mais au départ, pourquoi s'assurer? Quels sont les principaux avantages d'une telle protection?

« L'assurance est un mécanisme de répartition, de partage des risques : pour partager les sinistres d'un petit nombre parmi un grand nombre. Les primes des assurances de dommages contrairement aux dépôts bancaires ou aux primes d'assurances vie entière ne procurent aucun avantage financier direct au titulaire de police. Les assurances de dommages rendent la vie d'un individu ou d'une entreprise plus stable en permettant aux personnes et sociétés de se lancer dans diverses entreprises sans avoir à mettre de côté des réserves pour faire face aux exigences financières qui peuvent résulter de certains types de sinistres<sup>2</sup> ».

Chaque action influence et interfère dans la vie de chaque personne. Ce fait est d'autant plus vrai dans le milieu de la conduite automobile. Il doit donc exister une certaine forme de responsabilité pour éviter de tomber dans le chaos. Le principe de la responsabilité civile est de permettre à une victime d'un dommage causé par un tiers d'assigner en justice le tiers en question afin d'obtenir réparation du dommage. Pour se protéger, le citoyen peut alors se procurer une assurance, soit une garantie accordée par un assureur de l'indemniser d'éventuels dommages, moyennant une prime ou cotisation. La raison d'être d'une assurance est en fait une mutualisation des risques à l'ensemble d'une collectivité. Elle étale à l'ensemble de la société les risques que les consommateurs créent par leurs actions, le coût social de l'activité. Pour éviter toute pénalité financière lors de poursuites, l'assurance responsabilité vise à protéger son propriétaire en s'acquittant de toute conséquence financière

---

<sup>1</sup> Bureau d'Assurance du Canada, *Assurances de dommages au Canada (2004)*. Document annuel sur le marché de l'assurance au Canada, édition 2004, page 2.

<sup>2</sup> *Ibid.*, p. 3.

à verser lorsque ce dernier a été trouvé responsable d'un accident. Dans cette situation subsiste un problème moral : l'interfinancement entre usagers.

L'interfinancement est un phénomène que l'on observe lorsqu'un ou plusieurs groupes d'individus se trouvent à payer en partie pour les actions néfastes de certains autres groupes d'individus. Appliquant cette situation à l'assurance automobile, nous pouvons observer le phénomène de l'interfinancement lorsque certains bons conducteurs, donc avec une conduite sans reproche, paient sensiblement autant que certains mauvais conducteurs pour leur couverture en cas de sinistre. Ils se trouvent donc à financer l'irresponsabilité de certains en payant des primes qui ne représentent pas le véritable danger qu'ils font courir à la société. En contre-partie, ces mauvais conducteurs ont eux aussi une prime d'assurance non représentative du risque qu'ils infligent à la société. Ceci est donc une conséquence directe de la mutualisation des risques. Bien qu'il soit prouvé que la force de payer d'une société est grandement supérieure à celle d'un simple citoyen, infliger à l'ensemble des utilisateurs le coût de certains mauvais utilisateurs n'est peut-être pas optimal. Cette situation n'encourage pas les bons comportements et banalise la négligence. La responsabilisation doit primer sur l'équité entre consommateurs.

Le but de ce mémoire est de démontrer, grâce au modèle économique de Fluet (1988) sur les différentes façons de calculer une prime optimale, que, tout comme l'affirme George Dionne (2005), il est possible d'éliminer une grande partie de l'interfinancement présent dans le régime public de l'assurance automobile au Québec en modulant les tarifs de la SAAQ pour y ajouter le revenu de chaque conducteur. De cette façon, la discrimination se ferait non seulement selon le niveau de risque des conducteurs mais aussi selon leur revenu et donc leur indemnisation potentielle. Le marché privé de l'assurance ne sera pas en reste, ce modèle permettant aussi d'identifier de l'interfinancement entre consommateurs d'assurance matérielle. Avec l'application de ce modèle, il sera possible d'illustrer une forme de calcul, dit coût social marginal, plus équitable et plus représentative du coût de chaque usager. Le résultat sera une prime reflétant le risque que l'assureur supporte, tant privé que public, et qui permettra à chacun de choisir ses comportements selon ce qu'il désire payer.

## CHAPITRE I

### HISTORIQUE DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE AU QUÉBEC

L'historique de l'assurance automobile au Québec peut se diviser en trois grandes périodes, chacune apportant de nombreux changements juridiques, politiques et sociaux à cet univers. Tout d'abord, la période avant 1978 a été caractérisée par le libre marché de l'assurance et la gestion par les tribunaux des indemnisations en cas d'accident. La période 1978-1992 fut celle de la réforme de l'assurance automobile au Québec et de la création de la Société d'Assurance Automobile du Québec (SAAQ). Enfin, la période post 1992 se démarqua par sa tarification plus équitable grâce à l'usage de sanctions pour les mauvais conducteurs. Voyons cette évolution plus en détail.

#### **1.1 L'assurance automobile au début du siècle passé**

Le début du 20<sup>e</sup> siècle marquait non seulement l'apparition de l'automobile sur les routes mais aussi le début de la législation à son sujet. Au départ, l'automobile imposait à son propriétaire une responsabilité absolue en cas d'accident, le législateur en ayant décidé ainsi en 1907. Cependant, ce dernier modifia la loi pour une responsabilité à base de faute présumée. La façon de procéder en cas d'accident était plutôt lourde. Tout d'abord, lors d'un accident, les autorités devaient établir le niveau de responsabilité de chaque acteur. Étant une tâche difficile, voire impossible dans bien des cas, des experts devaient être appelés sur place, engendrant ainsi des coûts faramineux. Une fois la responsabilité déterminée, il fallait évaluer les dommages au moyen des préjudices subis et des conséquences de l'accident pour chaque partie impliquée (valeur du véhicule, pertes de revenus, invalidité, etc.). Puisque l'assurance n'était pas à la portée de toutes les bourses, les victimes devaient alors se tourner vers les tribunaux pour obtenir un dédommagement de la part des responsables de l'accident. Ces victimes avaient alors la charge de prouver qu'il y avait eu faute et pertes monétaires

dues aux actes des fautifs. Ce type de procédure étant de longue haleine et très coûteux, bien peu de victimes tentaient le coup et souvent, les fautifs n'étaient tout simplement pas solvables. Il y avait donc bien peu d'indemnisés et beaucoup de pertes sociales et financières.

## 1.2 1978 : Loi sur l'assurance automobile

Le 1<sup>er</sup> mars 1978, le gouvernement du Québec adopta la loi sur l'assurance automobile suite aux recommandations faites par le rapport Gauvin de 1974. Cette loi instaura un système d'assurance publique pour tout dommage corporel subi lors d'accidents de la route sans égard à la responsabilité et laissait aux assureurs privés le domaine de l'assurance matérielle en plus d'éliminer les poursuites possibles au civil entre conducteurs pour tout dommage corporel. Le « no-fault » était né. Plusieurs critiques ont poussé le gouvernement du Québec à agir dans ce dossier. Parmi celles-ci, notons que :

- le régime avec responsabilité n'indemnisait pas toutes les victimes (28% des victimes n'étaient pas indemnisées<sup>3</sup>);
- la détermination de la responsabilité était difficile à établir;
- la détermination des victimes ayant droit à une indemnité était faite par les tribunaux, rendant ces décisions arbitraires et coûteuses;
- des délais très longs avant d'obtenir un dédommagement et peu de support pour la réadaptation des victimes;
- régime très coûteux.

Pour remédier à la situation, le gouvernement du Québec créa alors la Régie de l'assurance automobile (maintenant appelée la Société d'Assurance Automobile du Québec) afin d'appliquer les grandes lignes du rapport Gauvin. Les mandats de la SAAQ étaient les suivants :

1. gestion du régime de l'assurance automobile publique pour les accidents corporels selon une indemnisation sans égard à la responsabilité (No-fault);

---

<sup>3</sup> SAAQ, *Le régime public d'assurance automobile du Québec*, document explicatif sur le régime d'assurance automobile public du Québec, p. 6.

2. délivrance et gestion du permis de conduire et de l'immatriculation des véhicules;
3. sécurité routière.

Les buts de cette réforme étaient de :

- compenser toutes les victimes d'accident peu importe la responsabilité;
- réduire les délais d'indemnisation pour les dommages corporels;
- améliorer le contrôle des coûts des dommages matériels tout en augmentant la vitesse de compensation de ceux-ci.

Pour ce faire, deux outils entrèrent en vigueur en 1978 :

- plan d'assurance obligatoire sans responsabilité pour les dommages corporels délivré par la SAAQ (droits d'immatriculation, de permis et prime) compensant 90% des pertes de revenu (avec maximum) pour toute victime;
- obligation d'avoir une assurance de responsabilité pour les dommages matériels, administrée par le privé. Assurance responsabilité minimale de 50 000\$ et possibilité d'assurance individuelle.

Le Québec a alors un système d'assurance automobile bi-dimensionnel : l'État devient responsable de l'assurance corporelle et le marché privé se concentre sur les dommages matériels. Pour les dommages corporels, le droit de poursuite est abandonné et remplacé par le droit à l'indemnisation sans condition. Pour les dommages matériels, l'assuré obtient directement de son assureur l'indemnisation peu importe la responsabilité et laisse à ce dernier le choix de se faire rembourser par l'assureur du responsable de l'accident si responsable il y a. Plusieurs avantages sont visibles au cours des années qui suivent tant pour l'État que pour le marché privé ainsi que pour les assurés :

- meilleure protection des individus suite à une hausse du nombre des assurés pour les dommages matériels et indemnisation de toutes les victimes corporelles;
- réduction des coûts de gestion et hausse des indemnisations<sup>4</sup>;

---

<sup>4</sup> Claude Fluet et Pierre Lefebvre, *L'évolution du prix réel de l'Assurance automobile au Québec depuis la réforme de 1978*, Canadian Public Policy 16, 1990, p. 379.

- baisse substantielle des primes d'assurances matérielles<sup>5</sup>;
- baisse des délais d'indemnisation et gains d'efficacité.

Bien que cette révolution semblait alors innovatrice et répondre aux besoins présents de la société québécoise, elle fit apparaître un problème d'équité : la tarification selon une prime uniforme. Cette prime, que chaque conducteur payait à la SAAQ, n'incitait aucun comportement prudent et ne représentait nullement le niveau de risque du conducteur. En fait, avec cette prime uniforme, le plus dangereux conducteur sur la route payait le même montant pour la même couverture en cas de blessures corporelles que le conducteur le plus prudent. Nous avons donc un système où l'interfinancement entre bons et mauvais conducteurs est présent, où la prudence au volant n'est qu'accessoire et où la responsabilité en cas d'accident n'influence aucunement les primes et les comportements. Il y avait donc place à l'amélioration pour le domaine de l'assurance corporelle.

En ce qui a trait au marché privé, les assureurs utilisaient plusieurs techniques pour identifier le danger de chaque conducteur et facturaient une prime plus représentative du dommage potentiel. Avec l'implantation de la Convention d'Indemnisation Directe, stipulant qu'un assuré est dédommagé par son assureur peu importe la faute, et par la suite l'abandon de la subrogation, soit les transferts d'indemnisations de l'assureur du conducteur responsable vers l'assureur de la victime, l'assurance dommage a perdu l'aspect de responsabilisation des conducteurs et est devenue en grande partie une assurance dommage individuelle sans pénalité majeure pour les mauvais conducteurs et où la concurrence force les assureurs à baisser leurs tarifs.

### **1.3 1992 : Nouvelle tarification selon les points d'inaptitudes**

Une modification à la loi sur l'assurance automobile apparut en 1992 afin de rendre plus équitable la tarification de la SAAQ. Cette modification introduisit comme outil les points d'inaptitudes pour évaluer le risque de chaque conducteur.

---

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 383.

Un conducteur pouvait (et peut toujours) se voir décerner un ou plusieurs points d'inaptitude lors qu'il commettait l'une des infractions au code de la sécurité routière (voir Annexe A pour l'ensemble des infractions du Code de la sécurité du Québec entraînant l'inscription de points d'inaptitude).

L'impact de ces points s'étale sur deux ans avant d'être amnistié par le régime. Tout dépendant du type de permis (temporaire, probatoire ou régulier), un conducteur a un maximum de points qu'il peut perdre durant ces deux années avant de voir son permis suspendu pour une période de 3 mois pour la première offense, délai se transformant en une suspension de six mois pour une seconde offense, puis d'un an pour les offenses suivantes. Pour un permis régulier, permettant 15 points d'inaptitude, un avis par écrit est envoyé suivant l'obtention du sixième point dans le délai de deux ans. Bien entendu, les permis temporaire et probatoire, étant délivrés aux apprentis conducteurs, ne comportent pas autant de points. Ces derniers sont donc incités à une plus grande prudence compte tenu de leur faible expérience.

Avant 1992, ce système de punition en cas d'infraction était uniquement inclus dans l'amende remise par les policiers. Par la suite, la SAAQ modifia son système de primes uniformes afin d'y inclure une pénalité pour les conducteurs les plus délinquants. Cette pénalité permet d'infliger à un conducteur ayant obtenu plusieurs points d'inaptitude lors des deux dernières années, une prime d'assurance plus élevée qu'un conducteur avec un dossier vierge. Le tableau suivant illustre cette pénalité ajoutée à la prime uniforme de départ :

**Tableau 1.1**

Sanctions monétaires reliées aux points d'inaptitude accumulés durant 2 ans

<b>Points d'inaptitude</b>	<b>Contribution inscrits à votre dossier d'assurance de conduite (pour 2 ans)</b>
<b>0, 1, 2, 3</b>	50 \$
<b>4, 5, 6, 7</b>	100 \$
<b>8, 9, 10, 11</b>	174 \$
<b>12, 13, 14</b>	286 \$
<b>15 et plus</b>	398 \$

(Source : Société de l'Assurance Automobile du Québec, *Les points d'inaptitude*. Document d'information réalisé par la SAAQ, p. 3.)

Le marché de l'assurance privée utilisait depuis plusieurs années ce système pour identifier les risques. Les assureurs utilisent, de plus, de nombreuses variables permettant d'actualiser la prime selon le risque et le dommage. Parmi celles-ci, notons :

- le type de véhicule (marque et modèle);
- le type d'utilisation du véhicule : promenade, déplacements en direction du lieu de travail et pour en revenir, ou par affaire;
- l'âge du véhicule;
- l'âge du conducteur;
- le sexe du conducteur;
- l'expérience du conducteur;
- la zone de circulation;
- l'historique des sinistres du conducteur et du véhicule et la responsabilité lors des accidents;

Cette prévision des sinistres possibles faite *à priori* est nécessaire afin d'actualiser la prime au bon niveau et ainsi refléter le risque que la compagnie prend en assurant le client, tout en restant compétitif face aux autres compagnies. Avec la SAAQ, le problème est qu'elle gère un système sans égard à la faute. Elle se trouve donc devant un dilemme : quelle(s) variable(s) utiliser pour discriminer les conducteurs et jusqu'à quel point faut-il discriminer dans un système où la priorité est l'indemnisation peu importe la responsabilité? Si l'on favorise l'indemnisation sans égard à la faute via une prime uniforme, le financement du programme force alors à punir tous les usagers lorsque les coûts augmentent en raison de comportements dangereux de certains. La SAAQ se trouve présentement face à ce dilemme. Il y a un manque à gagner et l'augmentation des primes semble être la seule issue. Mais une hausse unilatérale pour tous les usagers est-elle vraiment optimale ou n'est-ce pas le moment de favoriser une tarification encourageant les bons comportements et ainsi, à long terme, permettre une stabilité du coût social du régime?

#### **1.4 Justification de l'usage des points d'inaptitude dans la tarification**

Étant donné le caractère sans responsabilité de la SAAQ, il est nécessaire pour cet organisme d'utiliser l'information la plus réaliste afin d'évaluer le risque. En ce sens, deux outils s'offrent aux dirigeants dans la détermination des primes d'assurance :

- les accidents antécédents;
- les points d'inaptitude.

Au départ, une différence importante est à faire entre ces deux événements : la notion de faute. Lors d'un accident, il est difficile d'évaluer avec certitude la responsabilité de chaque conducteur, d'autant plus que plusieurs accidents ne sont rapportés que via un constat à l'amiable et non par un rapport de police. De ce fait, la responsabilité est difficile à identifier et l'évaluation du risque par cette variable reste aléatoire dans beaucoup de cas. De plus, il est aussi possible qu'un conducteur ait été impliqué dans un accident sans avoir commis d'acte criminel ou négligent. En ce sens, l'attribution d'une pénalité en cas d'accident peut devenir injuste et non représentative du risque de l'assuré.

En contre-partie, l'imposition de points d'inaptitude découle directement d'un comportement négligent. Ces points sont attribués suite à une infraction au code de la route ou au code criminel, ce qui rend le conducteur fautif et il devient plus facile pour l'assureur d'identifier le risque moral de son client et de lui facturer en conséquence la prime représentative de son risque.

L'efficacité des points d'inaptitude a été le cadre de bien des recherches depuis quelques années. Les analyses économétriques les plus populaires à ce sujet ont établi des modèles de probit, de régression de Poisson ou même des modèles binomial négatif afin d'évaluer les effets de l'attribution de ces points sur les accidents. Les études de Boyer et Dionne (1985, 1987, 1989), de Dionne et Vanasse (1997), Dionne et Pinquet (2005) pour le système québécois, Diamantopoulou et al. (1997) en Australie et de Smiley et al. (1989) en Ontario en sont quelques-unes illustrant le pouvoir de prédiction de ce genre de système sur la détermination d'accidents potentiels. Ces auteurs ont démontré qu'il existe un lien statistique réel entre la distribution de points d'inaptitude en cas d'infraction au code de la

route et le risque de sinistre dans les périodes futures. Par exemple, Boyer et Dionne (1989), grâce à un modèle probit, ont illustré que les points accumulés sur une période de deux ans (t-2 et t-1) étaient de bons prédicateurs du risque d'accident à la période suivante (t). Plus précisément, des infractions lors de deux périodes passées expliquent significativement les accidents courants. Plusieurs autres études sont venues appuyer ce résultat par la suite.

L'étude de Dionne et Vanasse (1997) a démontré, grâce aux données de la SAAQ, que l'introduction en 1992 de la nouvelle tarification basée sur l'imposition des points d'inaptitude pour le calcul de la prime d'assurance a eu pour effet de diminuer à la fois les accidents et les infractions au code de la route.

Selon Dionne et Pinquet (2005), le risque de sinistre peut être majoré d'un coefficient multiplicatif selon la classe de points dans laquelle l'on se trouve :

**Tableau 1.2**

Régression sur le nombre d'accident de la période 1993-1996 en utilisant les points d'inaptitude du modèle de tarification québécois (période 1991-1994)

Variables et modalités	Coefficient multiplicatif	Ratio de Student
Nombre d'infractions générant :		
1 point d'inaptitude	1,228	2,810
2 points d'inaptitude	1,232	6,239
3 points d'inaptitude	1,286	6,562
4 à 6 points d'inaptitude	1,476	3,015
7 à 9 points d'inaptitude	1,261	0,731
Suspension du permis de conduire		
Alcool	1,259	2,302
Autre que l'alcool	1,471	3,115

(Source : George Dionne et Jean Pinquet, *Mesure des effets incitatifs à la prudence au volant créés par les sanctions et évaluation du pouvoir prédictif des infractions sur le risque routier*, Cahier de recherche no 05-06, Chaire de recherche du Canada en gestion des risques, Université de Montréal, Juillet 2005, p. 14.)

Les auteurs interprètent ces résultats comme suit :

« la déclaration d'une infraction à un point augmente le risque en fréquence d'infractions à la période suivante de 22,8%, en raisonnant *ceteris paribus*. Les variables retenues dans la régression en dehors de l'historique des infractions sont: le sexe, l'âge, la région de résidence, le type de permis de conduire et l'ancienneté du permis. L'âge et l'ancienneté ont été découpés en classes pour pouvoir prendre en compte des effets non linéaires<sup>6</sup> ».

En résumé, le principe de ces recherches est qu'une politique de tarification de l'assurance en fonction de l'expérience passée augmente les incitations à la prévention comparativement à une politique de tarification et de compensation qui considère tous les risques comme étant identiques. Ce type de politique est bien répandu dans le système privé d'assurance au Québec. La plupart des assureurs récompensent leurs clients ayant un dossier passé sans reproche, certains en offrant même la franchise à 0\$ en cas de réclamation pour les clients à faible risque, ce qui encourage les comportements prudents. Cette tarification est prouvée efficace pour identifier le risque que représente le conducteur à assurer.

Une prime doit donc refléter le niveau de risque du conducteur, par ses comportements, mais aussi son indemnité qu'il pourrait réclamer en cas de sinistre. Le marché privé semble le mieux adapté à cette réalité. Pour ce qui est du système public, une variable de l'équation est toujours manquante dans le calcul: le dommage qui pourrait être causé lors d'un accident. Dans les pages qui suivent, nous développerons et appliquerons empiriquement un modèle qui permettra d'identifier une prime d'assurance, tant pour le système privé que public, imposant à chaque conducteur le coût de ses actions. Le but principal ici est d'évaluer le coût social pour une population donnée, la population québécoise, en ce qui a trait au domaine de l'assurance automobile et le répartir de façon équitable selon les caractéristiques de chacun des conducteurs. Cette technique aura pour conséquence bénéfique de limiter l'interfinancement entre bons et mauvais couples véhicules-conducteurs.

---

<sup>6</sup> George Dionne et Jean Pinquet, *Mesure des effets incitatifs à la prudence au volant créés par les sanctions et évaluation du pouvoir prédictif des infractions sur le risque routier*. Cahier de recherche no 05-06, Chaire de recherche du Canada en gestion des risques, Université de Montréal, Juillet 2005, p. 14.

## CHAPITRE II

### MODÈLE THÉORIQUE DES PRIMES D'ASSURANCE

Afin d'élaborer sur la problématique de tarification d'assurance automobile, nous utiliserons le modèle économique de Claude Fluet (1988) présenté dans son texte : *Tarification et interfinancement dans les régimes obligatoires d'assurance automobile*. Nous débuterons par une mise en situation théorique sur l'assurance proprement dit, suivi de la façon dont les paramètres ont été choisis, de la construction de notre base de données, des calculs des différentes primes et finalement de l'analyse des résultats et des conclusions qu'apporte ce modèle. Nous verrons que son application à des données réelles facilite sa compréhension et prouve que son intégration de la part des autorités de la SAAQ et des assureurs privés serait un atout pour eux et pour leurs clients.

#### **2.1 Hypothèses de départ**

Pour bien encadrer l'étude, nous devons imposer certaines hypothèses de base afin de simplifier l'analyse et les calculs. Ces hypothèses pourraient être relâchées dans une future étude afin de renforcer la démarche première. Pour débiter, nous supposerons que tout accident inflige uniquement des pertes monétaires aux acteurs, que ce soit au niveau d'une perte de revenu (invalidité) ou d'un dommage matériel aux véhicules. Notre analyse se concentrera uniquement sur les véhicules de tourisme, éliminant donc tout véhicule commercial, poids lourd ou motocyclette. De cette façon, les données disponibles nous permettront d'évaluer la situation de l'assurance automobile pour le particulier québécois. Enfin, un accident n'impliquera que les conducteurs des véhicules : les passagers, les piétons ou les dommages aux biens autres que les automobiles sont exclus de l'étude. Cette hypothèse nous permettra d'évaluer les classes de risque et de dommages propres à l'assuré,

éliminant des compensations marginales du calcul. Nous pouvons maintenant introduire le concept de l'assurance dans notre modèle.

## 2.2 Introduction au phénomène de l'assurance

Le modèle de Fluet se présente comme une problématique où un agent a le choix entre utiliser ou non son véhicule selon l'utilité qu'il retirera des deux options. Avec l'usage du véhicule, il faut associer un bénéfice, que nous pouvons mesurer monétairement, mais aussi un risque de dommage selon une probabilité. Nous avons donc :

$$pU(R+B-L) + (1-p)U(R+B) > U(R) \quad (1)$$

où  $p$  = probabilité d'avoir un accident  
 $U$  = fonction d'utilité de la personne ( $U' > 0$ ,  $U'' < 0$ )  
 $R$  = revenu de départ  
 $B$  = bénéfice relié à l'usage du véhicule  
 $L$  = perte monétaire lors d'accident

Dans cette équation, la personne utilisera son véhicule lorsque le côté gauche de l'équation sera plus élevé que le côté droit, c'est-à-dire lorsque l'usage du véhicule apportera une meilleure utilité espérée, compte tenu des bénéfices et pertes potentiels. Nous verrons plus loin que ces variables varient avec les caractéristiques des agents et de leurs véhicules.

A cette situation, nous pouvons ajouter la possibilité d'acheter une police d'assurance  $P$  afin d'éviter tout coût financier dû à un accident. Avec un système d'assurance, l'équation se modifie et devient :

$$U(R+B-P) > U(R) \quad (2)$$

Ici, le  $P$  représente le péage à déboursier pour accéder au réseau routier (droit d'accès) et obtenir une couverture financière (assurance complète sans déductible) en cas d'accident. Ce système permet donc une régularité pour l'usage du véhicule, un seul niveau possible d'utilité pour l'usage d'une auto et donc une meilleure utilité et comparaison plus facile. La personne conduira donc lorsque  $B > P$ , soit lorsque le bénéfice gagné avec le véhicule sera plus grand que la prime d'assurance requise. Pour la situation qui nous occupe, il faut noter qu'au Québec, en plus du droit d'accès à déboursier lors de l'obtention du permis de conduire,

la police d'assurance est obligatoire dans deux cas sur trois. Le conducteur doit être assuré avec la SAAQ au niveau des blessures corporelles (selon une prime uniforme), doit avoir une assurance responsabilité privée pour les dommages matériels qu'il pourrait causer et peut se procurer, sans obligation, une assurance personnelle pour les dommages potentiels à son véhicule. Pour notre modèle, nous supposons que chaque conducteur paie sa prime pour l'assurance corporelle (assurance publique) et a une assurance privée pour les dommages matériels qu'il peut subir et qu'il peut infliger (assurance privée).

Le but de ce modèle est de trouver une prime optimale d'assurance en fonction du niveau de risque et du niveau de dommage pour chaque conducteur. Nous allons créer plusieurs classes de conducteurs, selon le risque qu'ils représentent et le dommage qu'ils peuvent subir. De cette façon, nous pouvons construire des couples de véhicules-conducteurs, dénommés  $i$ . Pour chaque couple de véhicules-conducteurs, nous identifierons la proportion de la population québécoise incluse, soit  $X_i$  le nombre de couples pour la classe  $i$ . Connaissant la prime exigée pour utiliser le réseau routier, nous pouvons alors identifier nos fonctions de demande d'accès au réseau, soit  $X_i(P)$ . Ces fonctions ont la particularité suivante :

$X_i'(P) < 0 \implies X_i(P) =$  nombre d'agents  $i$  dont le gain net du véhicule est supérieur à la prime  $P$ , donc qui choisiront de conduire.

Nous avons donc une fonction de demande selon une prime exigée. Il nous faut évaluer cette prime. Les conducteurs font face à un dommage potentiel, soit  $L_i$ , ainsi qu'une probabilité d'avoir un accident lors de l'usage de leur véhicule, soit  $p_i$ , qui est fonction de l'interaction avec les autres conducteurs ( $X_i$  et  $X_j$ ) ainsi qu'une variable identifiant la capacité du réseau, soit  $K$ . Cette probabilité de causer intentionnellement ou non un accident est caractérisée de la façon suivante :

$$p_{ij} = \frac{dp_i(X_i, \dots, X_n, K)}{dX_j} > 0$$

$$p_{ik} = \frac{dp_i(X_i, \dots, X_n, K)}{dK} < 0$$

On peut voir ici qu'une hausse des  $X_j$  (du nombre de véhicules-conducteurs de la classe  $j$ ) fera augmenter la probabilité d'accident pour les  $X_i$  (les couples de véhicules-conducteurs de la classe  $i$ ) en raison de la hausse des couples sur la route et donc des rencontres lors de l'utilisation du véhicule. L'autre dérivée montre qu'une hausse de la capacité du réseau routier fera diminuer la probabilité d'accidents pour  $i$ , faisant diminuer par exemple, les rencontres entre conducteurs en créant plus de routes.

On peut poser par hypothèse que nos fonctions de probabilité d'accidents sont homogènes de degré 0. En effet,

$$p_i(\lambda X_i, \dots, \lambda X_n, \lambda K) = p_i(X_i, \dots, X_n, K) \forall \lambda$$

Si tous les paramètres sont multipliés par  $\lambda$ , alors la probabilité d'accidents reste identique.

Par dérivation, on obtient :

$$\frac{dp_i(\lambda X_i, \dots, \lambda X_n, \lambda K)}{d\lambda} = \sum_{j=1}^n p_{ij}() X_j + p_{iK}() K = 0$$

Maintenant, si l'on identifie des péages différents déterminant des demandes d'accès au réseau, soit  $X_1(P_1), X_2(P_2), \dots, X_n(P_n)$ , pour chaque type de prime, on peut déterminer les niveaux de demande  $X$  (le nombre de véhicules-conducteurs pour toutes les classes désirant utiliser leur véhicule) par type de prime. On écrit alors :  $X = \sum_i X_i$  où  $x_i = X_i / X$ , soit la proportion de conducteurs de la population  $X$  appartenant à la classe  $i$ .

Ces variables nous permettent de calculer le coût actuariel total des dommages subis par les conducteurs selon leur classe :

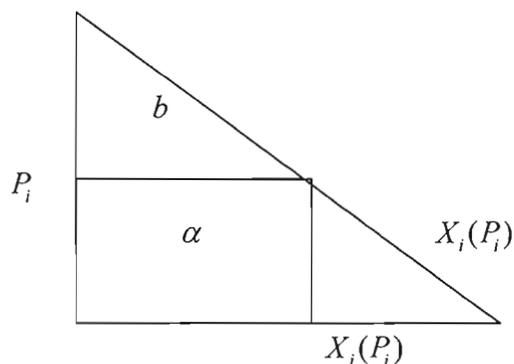
$$p_i(X_1, \dots, X_n, K) L_i X_i = \text{Coût actuariel des dommages des couples de la classe } i.$$

L'autre considération de notre situation est le coût du réseau routier. En effet, il existe un coût, dénoté  $C(K)$ , à gérer les routes et ce coût varie selon la capacité que l'on veut lui donner, à savoir que  $C'(K) > 0$ . Plus le réseau est important et plus il en coûte cher d'entretien et fera hausser la facture des conducteurs. Nous pouvons donc calculer le Gain Social Net associé à la population qui décidera de conduire un véhicule (couples où  $B > P$ ) selon cette formule :

$$S = \sum_{j=1}^n \left[ -\int_{P_j}^{\infty} B X'_j(B) dB \right] - \sum_{j=1}^n P_j [X_1(P_1), \dots, X_n(P_n), K] L_j X_j(P_j) - C(K) \quad (3)$$

où le 1<sup>er</sup> terme entre crochets représente le gain total brut des coûts actuariels de chaque classe de conducteur. On peut illustrer ce gain à l'aide du diagramme suivant :

**Figure 2.1**  
Distribution des gains et coûts actuariels



Pour nos agents  $i$ , le gain total, soit le montant maximal qu'ils sont disposés à payer pour la prime, est  $\alpha + b$ . Nous avons donc que

$$\alpha = P_i X_i(P_i) \text{ et } b = \int_{P_i}^{\infty} X_i(B) dB$$

On peut montrer en intégrant par partie que :

$$P_i X_i(P_i) + \int_{P_i}^{\infty} X_i(B) dB = - \int_{P_i}^{\infty} B X'_i(B) dB, \text{ soit le 1}^{\text{er}} \text{ terme de l'équation (3).}$$

Le 2<sup>e</sup> terme de l'équation du Gain Social Net représente le coût total en accidents pour l'ensemble des couples sur le réseau, toutes classes confondues. Enfin, le 3<sup>e</sup> terme illustre le

coût de la capacité du réseau. Nous pouvons trouver les optimums en  $P_1, \dots, P_n, K$  en dérivant l'équation (3) par rapport à  $P_i$  pour tout  $i$  :

$$\frac{dS}{dP_i} = P_i X_i'(P_i) - p_i(X_1, \dots, X_n, K) L_i X_i'(P_i) - \sum_{j=1}^n p_{ji}(X_1, \dots, X_n, K) X_i'(P_i) L_j X_j(P_j) = 0$$

$$\text{Nous obtenons donc : } P_i = p_i(X_1, \dots, X_n, K) L_i + \sum_{j=1}^n p_{ji}(X_1, \dots, X_n, K) L_j X_j \quad (4)$$

Le péage optimal est alors égal au coût direct d'accident pour  $i$  (1<sup>er</sup> terme) ainsi qu'à une externalité due à l'effet de congestion, d'interaction entre les couples sur le réseau (2<sup>e</sup> terme). Le conducteur désirant accéder au réseau devra donc supporter, en plus de son risque de dommage potentiel, le coût total en accident que sa décision de conduire impose sur les probabilités d'accidents des autres conducteurs. En dérivant notre équation par la capacité du réseau, nous obtenons :

$$\frac{dS}{dK} = - \sum_j p_{jk}(X_1, \dots, X_n, K) L_j X_j - C'(K) = 0$$

d'où

$$- \sum_j p_{jk}(X_1, \dots, X_n, K) L_j X_j = C'(K) \quad (5)$$

Par exemple, s'il n'y avait qu'une seule classe, nous aurions comme optimum :

$$P_1 = L_1 p_1(X_1, K)$$

$$- p_{11}(X_1, K) L_1 X_1(P_1) = C'(K)$$

Avec une seule classe, la prime optimale est égale au dommage espéré selon cette catégorie de conducteur. L'individu décidera de conduire si son bénéfice est supérieur à cette prime d'assurance obligatoire. Il ne reste qu'à déterminer l'effet de la capacité du réseau sur notre prime optimale. Pour cela, nous devons développer l'expression dérivant la capacité optimale.

### 2.3 Le choix de capacité

À ce niveau, notre modèle séparera en deux entités indépendantes les rôles d'assureur et de gestionnaire du réseau routier. Cette technique nous permettra d'établir une prime d'assurance pour chaque conducteur qui considérera le facteur capacité du réseau comme étant optimalement adapté.

On a vu que dans notre régime automobile la répartition du coût de conduire est divisée en deux entités autonomes. D'un côté, la SAAQ régit le système public d'assurance automobile couvrant tout dommage physique que les utilisateurs du réseau routier québécois peuvent subir. Ce système dédommage, moyennant une contribution fixe, chaque victime indépendamment de la responsabilité lors d'un accident pour toute perte de jouissance physique. De l'autre côté, le dommage matériel de tout accident est sous la responsabilité de l'entreprise privée.

Le choix de la capacité agit principalement au niveau de l'attribution du droit d'usage de la route, soit au niveau du gestionnaire public des infrastructures routières. En ce sens, ce droit peut être représenté comme une taxe à l'entrée, dépendante du nombre de véhicules en circulation. Le principe ici est de faire payer à l'utilisateur le coût d'infrastructure du réseau afin de garder un niveau de capacité adéquat en fonction du nombre d'utilisateurs, soit que chacun paie sa part marginale du coût total d'infrastructure. La SAAQ au Québec joue ce rôle de collecteur de cette taxe en échange du droit de conduire, soit via la délivrance du permis et de l'immatriculation. Pour des raisons de gestion et de planification, il est plus facile pour cette société de fixer un tarif uniforme pour chaque conducteur. Ses revenus sont donc plus stables et la gestion devient indépendante des variations du nombre de véhicules en circulation. Le seul souci de cet organisme est d'offrir une qualité de l'infrastructure optimale pour tout niveau de circulation. Mais qu'arriverait-il si elle pouvait facturer marginalement le coût réel que lui fait subir chacun des conducteurs sur la route? Nous aurions le modèle suivant :

$$P_i = T + \Pi_i^m \quad \text{où } i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

où  $\Pi_i^m$  est la prime équivalente au coût marginal que représente le couple véhicule-conducteur «  $i$  » et où le coût actuariel des dommages est entièrement compensé par la somme des primes d'assurance.

Soit nos «  $n$  » classes de couples véhicules-conducteurs et  $T$  la participation uniforme pour chaque couple au financement du réseau. Notre prime d'assurance,  $\Pi_i^m$ , est la participation personnalisée au financement de l'indemnisation des accidents de la route. Nous démontrons que :

$$\Pi_i^m = \frac{d(\sum_j p_j(X_1, X_2, \dots, X_n, k^* X) L_j X_j)}{dX_i}$$

où  $k^* = \frac{K}{X}$  est le coefficient optimal de la capacité du réseau.

En fixant ce ratio de façon à minimiser la somme du coût en accident et du coût de la capacité, nous avons alors, pour un  $k^*$  donné, une prime égale au coût marginal que représente chaque automobiliste, soit le coût social marginal d'accident en l'absence d'effet de congestion,  $\Pi_i$ . Pour bien comprendre cette étape, nous pouvons déconstruire la prime pour bien saisir ce qui la compose :

$$\Pi_i^m = p_i L_i + \sum_j p_{ji} L_j X_j + k^* \sum_j p_{jk} L_j X_j \quad (7)$$

La prime marginale représente le dommage espéré de notre couple  $i$  plus le dommage espéré qu'il peut infliger à  $j$ , via la probabilité conjointe  $p_{ji}$ , et enfin l'effet de congestion sur  $j$  adapté à l'entrée sur le réseau de  $i$ .

Or, puisque

$$P_i = p_i L_i + \sum_j p_{ji} L_j X_j \quad \text{et} \quad -C'(K) = \sum_j p_{jk} L_j X_j$$

alors, nous pouvons réécrire :

$$\Pi_i^m = P_i - \frac{KC'(K)}{X} \quad (8)$$

car  $k^* = \frac{K}{X}$ .

Nous pouvons réorganiser l'équation pour obtenir :

$$P_i = \frac{KC'(K)}{X} + \Pi_i^m \quad \text{et en remplaçant } \frac{KC'(K)}{X} = T, \text{ soit la dépense pour le réseau par}$$

conducteur par une taxe uniforme adaptée, rendant ainsi la tarification du permis et de l'immatriculation fonction du nombre de couples véhicules-conducteurs, nous pouvons isoler et calculer la prime optimale pour chaque couple indépendamment de la capacité du réseau.

Notre prime optimale aura donc la forme suivante :

$$P_i^* = T + \Pi_i^m \quad (9)$$

Il nous faut maintenant identifier la prime de notre population conductrice selon les risques et les dommages potentiels des couples véhicules-conducteurs.

## 2.4 Construction des classes

Il faut maintenant identifier empiriquement les différentes classes de couples véhicule-conducteur selon le risque et le dommage. Après analyse des différentes données disponibles, 2003 représente l'année la plus récente permettant l'utilisation de toutes les variables de notre modèle. Voici un aperçu statistique du domaine de l'assurance automobile au Québec pour 2003 (SAAQ 2005 : Bilan 2004) :

- nombre de titulaires de permis de conduire : 4 655 612;
- 53% hommes, 47% femmes;
- la majorité des permis est détenue par des personnes entre 25 et 64 ans;
- 84% des conducteurs ont plus de 7 années d'expérience;
- bien que cela ne puisse prouver que les conducteurs de moins de 25 ans sont plus à risque, ils sont surévalués dans les accidents sur la route par rapport à leur proportion dans la population conductrice;
- nombre de véhicules de promenade en circulation : 3 643 533 (1.28 conducteurs / véhicule);
- la majorité des véhicules a moins de 3 ans ou plus de 10 ans d'utilisation;

- les hommes représentent le sexe le plus sanctionné lors de délivrances de contraventions et de points d'inaptitude, mais nous n'utiliserons pas le sexe comme facteur discriminatoire;
- de 2003 à 2004, le nombre de conducteurs a augmenté de 1.48%, soit 69 098 conducteurs, bien peu pour faire changer les proportions.

## 2.5 Le risque

Deux possibilités s'offrent à nous afin d'établir les classes de risque : les accidents dont le conducteur est jugé responsable et les points d'inaptitude. Dans un monde idéal, ces deux variables pourraient être combinées afin d'établir le profil le plus réaliste de chaque conducteur en ce qui concerne le niveau de risque qu'il représente. Cependant, il nous a été impossible d'obtenir des statistiques sur les accidents responsables par conducteur. Nous avons par contre eu de la part de la SAAQ la distribution des points d'inaptitude selon l'ensemble des conducteurs du Québec. De plus, il a été question plus haut que plusieurs études ont démontré la validité de cette variable sur la prédiction des accidents à venir. Il est donc plausible pour nous d'établir nos classes de risque selon la distribution des points d'inaptitude.

Le classement sera effectué avec les données de la SAAQ pour l'année 2003 présenté dans le document statistique *Dossier Statistique : Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier 1995-2004*. Comme le démontrent Dionne et Pinquet (2005), les conducteurs ayant entre 1 et 3 points d'inaptitude à leur dossier ont sensiblement la même probabilité d'avoir un accident. Par la suite, cette probabilité tend à augmenter lorsque les points s'additionnent au dossier. Nous utiliserons ce résultat pour diviser les conducteurs en 3 classes de risque : faible, moyen et élevé.

**Tableau 2.1**  
Proportion de la population selon le niveau de risque

Nom de la classe de risque	Proportion de la population ( $x_i$ )
<b>Risque faible (0 à 3 points)</b>	4 315 615 (92.7%) ( $x_1$ )
<b>Risque moyen (4 à 7 points)</b>	241 426 (5.2%) ( $x_2$ )
<b>Risque élevé (8 points et plus)</b>	98 571 (2.1%) ( $x_3$ )

(Source : Société de l'Assurance Automobile du Québec, *Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier (1995-2004)*, Dossier statistique réalisé par la direction des études et stratégies en sécurité routière, Décembre 2005, p.150.)

Le modèle de Fluet suppose qu'un accident est le résultat de la rencontre entre deux véhicules. Nous modifierons ce modèle afin de tenir compte de la possibilité qu'une personne puisse avoir un accident sans la présence d'un autre véhicule. Pour calculer la probabilité conditionnelle qu'une personne, à l'occasion d'une rencontre, ait un accident, nous devons attribuer un niveau de risque à chaque classe de conducteur. La probabilité pour un conducteur  $i$  de provoquer, intentionnellement ou non, un accident sera identifié par  $q_i$ . Bien que la probabilité  $q_i$  soit un choix arbitraire, nous avons établi ces probabilités qui se rapprochent, proportionnellement, des résultats de Dionne et Pinquet (2005), à savoir que cette probabilité double en changeant de classe. Ici, il n'est pas question d'évaluer à la perfection le niveau de risque mais bien d'établir des proportions nous permettant d'identifier les effets du modèle et de les chiffrer empiriquement. Pour nos deux marchés étudiés (public et privé), nous attribuerons des probabilités d'accident différentes. Principalement, nous posons comme hypothèse qu'il est plus fréquent, lors d'un accident, qu'il n'y ait que des dommages matériels plutôt que matériels et corporels. Les statistiques viennent appuyer cette affirmation. En effet, pour l'année 2004, le montant total versé en indemnisation par la SAAQ s'est élevé à 1 191 millions de dollars<sup>7</sup> tandis que l'ensemble des assureurs privés ont

<sup>7</sup> Société de l'Assurance Automobile du Québec, *Pour un régime durable et équitable*, Document d'information sur la proposition contenue au projet de règlement sur les contributions d'assurance, 2006, p. 8.

versés à leurs clients 1 707 millions<sup>8</sup> de dollars en indemnités matérielles. On peut expliquer ce phénomène par le fait qu'un véhicule est en constante interaction avec les autres sur le réseau routier et qu'il peut être victime d'accident même étant stationné et hors fonction, tandis que le conducteur peut se retrouver en un lieu où toute interaction avec des véhicules est impossible. Cette différence n'est pas majeure mais nous permettra plus tard de calibrer nos équations pour s'approcher du coût social total des indemnités potentielles pour toute forme de prime et pour les deux marchés étudiés. Nos tableaux des risques se présentent de cette façon :

**Tableau 2.2**  
Caractéristiques du Régime d'Assurance Public

Nom de la classe de risque	Proportion de la population ( $x_i$ )	Probabilité de provoquer un accident ( $q_i$ )
Risque faible (0 à 3 points)	92.7% = $x_1$ (4 315 615)	1.00 % ( $q_1$ )
Risque moyen (4 à 7 points)	5.2% = $x_2$ (241 426)	2.00 % ( $q_2$ )
Risque élevé (8 points et plus)	2.1% = $x_3$ (98 571)	5.00 % ( $q_3$ )

**Tableau 2.3**  
Caractéristiques du Régime d'Assurance Privé

Nom de la classe de risque	Proportion de la population ( $x_i$ )	Probabilité de provoquer un accident ( $q_i$ )
Risque faible (0 à 3 points)	92.7% = $x_1$ (4 315 615)	2.50 % ( $q_1$ )
Risque moyen (4 à 7 points)	5.2% = $x_2$ (241 426)	5.00 % ( $q_2$ )
Risque élevé (8 points et plus)	2.1% = $x_3$ (98 571)	10.00 % ( $q_3$ )

<sup>8</sup> Autorité des Marchés Financiers, *Rapport annuel sur la tarification en assurance automobile (2004-2005)*, Rapport réalisé par la direction des assurances IARD de l'Autorité des marchés financiers, 2005, p. 34.

Notre rencontre entre 2 conducteurs mettra donc de l'avant 2 probabilités d'avoir un accident, probabilités qui sont additives. La formule de la probabilité d'accident deviendra donc :  $q_{ij} = q_i + q_j$ . Ce modèle est dit marginal, ce qui pourrait nous permettre, à la limite, d'attribuer un pourcentage unique pour chaque conducteur compte tenu de ses propres caractéristiques et ainsi calculer le niveau de risque parfait de la population conductrice, en ayant autant de classes de risque que de conducteurs. Mais pour simplifier le calcul, nous nous contenterons de trois classes de risque. Il est à noter que ce type d'évaluation de la probabilité d'accident développé dans le modèle de Fluet a été utilisé par la suite par Levitt (1999) dans son texte évaluant la probabilité d'accident des conducteurs sobres et en état d'ébriété. Cette hypothèse n'est donc pas inconnue du domaine de la recherche sur les probabilités d'accidents d'automobile.

En moyenne, nous obtenons comme probabilité d'accident, dans la rencontre de deux véhicules, un calcul de

$$\bar{q}_i = q_i + \bar{q} \text{ où } \bar{q} = \sum_i x_i q_i$$

avec notre  $x_i = \frac{X_i}{X}$  qui est la proportion des couples de la classe  $i$ . Il faut maintenant chiffrer les dommages.

## 2.6 Classes de dommages – Système Public

La seconde variable utilisée dans le modèle est le dommage espéré pour les conducteurs. Ce dommage, au niveau de l'assurance automobile publique au Québec, est illustré par le revenu espéré. Le classement est effectué avec les données de Statistique Québec pour l'année 2002. Ce classement de la population québécoise selon son revenu nous permettra d'évaluer les proportions de la population selon le dommage potentiel qu'ils représentent, soit l'indemnité à laquelle auraient droit en cas d'accident, de la part de la SAAQ s'ils devenaient invalides.

**Tableau 2.4**  
Proportions et niveau du dommage des classes du Régime d'Assurance Public

Nom de la classe de dommage	Proportion de la population	Évaluation du dommage moyen de cette classe ( $L_i$ )
<b>Dommage faible (Moins de 20 000\$)</b>	44.2% de la population	10 000\$ ( $L_1$ )
<b>Dommage moyen (Entre 20 000\$ et 39 999\$)</b>	31.9 % de la population	30 000\$ ( $L_2$ )
<b>Dommage élevé (40 000\$ et plus)</b>	23.9% de la population	50 000\$ ( $L_3$ )

(Source : Institut de la statistique du Québec et ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale. *Recueil statistique sur la pauvreté et les inégalités socioéconomiques au Québec*, Québec, Janvier 2006, p. 112)

Nous devons attribuer un dommage moyen de 50 000\$ à la classe de dommage élevé étant donné l'indemnité maximale de la SAAQ de 57 000\$.

## 2.7 Classes de dommages – Système Privé

Au niveau de l'assurance privée, le dommage est représenté par la valeur du véhicule, qui dépend de la marque, de l'âge et du modèle. De ces données, seule la proportion des véhicules en circulation selon l'âge est disponible via un document de la SAAQ. Bien que cette variable ne soit pas totalement représentative de la valeur d'un véhicule, elle peut nous permettre de dresser un tableau sommaire des véhicules en circulation et de leur valeur. Nous distribuons ces véhicules en classes :

**Tableau 2.5**  
Proportions et niveau du dommage des classes du Régime d'Assurance Privé

Nom de la classe de dommage	Proportion dans le bassin de véhicule	Valeur moyenne des dommages potentiels ( $L_i$ )
<b>Dommage faible (7 ans et +)</b>	47.0 % (1 715 077)	5 000\$ ( $L_a$ )
<b>Dommage moyen (De 4 à 6 ans)</b>	18.7 % (679 668)	15 000\$ ( $L_b$ )
<b>Dommage élevé (De 0 à 3 ans)</b>	34.3 % (1 248 788)	35 000\$ ( $L_c$ )

(Source : Société de l'Assurance Automobile du Québec, *Bilan 2004 : Accidents, parc automobile, permis de conduire*. Dossier statistique réalisé par la direction des études et stratégies en sécurité routière, Mai 2005, p. 156)

Nous avons 3 classes de risque et 3 classes de dommage. Si nous posons l'hypothèse que les 3 classes de dommage sont réparties identiquement à travers les classes de risque, nous pourrions créer 9 couples de conducteur-dommage au public et 9 couples de véhicule-conducteur au privé, soit :

- couple faible risque-faible dommage (1);
- couple faible risque-moyen dommage (2);
- couple faible risque-dommage élevé (3);
- couple moyen risque-faible dommage (4);
- couple moyen risque-moyen dommage (5);
- couple moyen risque-dommage élevé (6);
- couple risque élevé-faible dommage (7);
- couple risque élevé-moyen dommage (8);
- couple risque élevé-dommage élevé (9);

**Tableau 2.6**

Distribution de la population selon les couples pour le Régime d'Assurance Public

<b>Couple</b>	<b>Calcul</b>	<b>% de la population</b>
<b>Couple faible risque faible dommage (1)</b>	$x_1 \times 0.442 = 0.927 \times 0.442$	40.97 %
<b>Couple faible risque moyen dommage (2)</b>	$x_1 \times 0.319 = 0.927 \times 0.319$	29.57 %
<b>Couple faible risque dommage élevé (3)</b>	$x_1 \times 0.239 = 0.927 \times 0.239$	22.16 %
<b>Couple moyen risque faible dommage (4)</b>	$x_2 \times 0.442 = 0.052 \times 0.442$	2.3 %
<b>Couple moyen risque moyen dommage (5)</b>	$x_2 \times 0.319 = 0.052 \times 0.319$	1.66 %
<b>Couple moyen risque dommage élevé (6)</b>	$x_2 \times 0.239 = 0.052 \times 0.239$	1.24 %
<b>Couple risque élevé faible dommage (7)</b>	$x_3 \times 0.442 = 0.021 \times 0.442$	0.93 %
<b>Couple risque élevé moyen dommage (8)</b>	$x_3 \times 0.319 = 0.021 \times 0.319$	0.67 %
<b>Couple risque élevé dommage élevé (9)</b>	$x_3 \times 0.239 = 0.021 \times 0.239$	0.5 %
<b>Total</b>		100 %

Ainsi, nous obtenons le tableau cumulatif pour le système public de l'assurance automobile au Québec :

**Tableau 2.7**  
Tableau cumulatif pour le Régime d'Assurance Public

<b>Couple</b>	<b>% population (<math>x_i</math>)</b>	<b>Évaluation du dommage (<math>L_i</math>)</b>
<b>Couple faible risque faible dommage (1)</b>	40.97 %	10 000 \$
<b>Couple faible risque moyen dommage (2)</b>	29.57 %	30 000 \$
<b>Couple faible risque dommage élevé (3)</b>	22.16 %	50 000 \$
<b>Couple moyen risque faible dommage (4)</b>	2.3 %	10 000 \$
<b>Couple moyen risque moyen dommage (5)</b>	1.66 %	30 000 \$
<b>Couple moyen risque dommage élevé (6)</b>	1.24 %	50 000 \$
<b>Couple risque élevé faible dommage (7)</b>	0.93 %	10 000 \$
<b>Couple risque élevé moyen dommage (8)</b>	0.67 %	30 000 \$
<b>Couple risque élevé dommage élevé (9)</b>	0.5 %	50 000 \$
<b>Total</b>	100 %	

La moyenne des risques et des dommages avec ces 9 couples sera donc de :

$$\bar{q} = (x_1 \times q_1) + (x_2 \times q_2) + (x_3 \times q_3) + (x_4 \times q_4) + (x_5 \times q_5) + (x_6 \times q_6) + (x_7 \times q_7) + (x_8 \times q_8) + (x_9 \times q_9)$$

$$\bar{q} = 1.136 \%$$

$$\bar{L} = (x_1 \times L_1) + (x_2 \times L_2) + (x_3 \times L_3) + (x_4 \times L_4) + (x_5 \times L_5) + (x_6 \times L_6) + (x_7 \times L_7) + (x_8 \times L_8) + (x_9 \times L_9)$$

$$\bar{L} = 25\,940.00 \$$$

Pour le système privé, les proportions se distribuent de cette façon :

**Tableau 2.8**  
Tableau cumulatif pour le Régime d'Assurance Privé

Couple	% population ( $x_i$ )	Évaluation du dommage ( $L_i$ )
Couple faible risque faible dommage (1)	43.57 %	5 000 \$
Couple faible risque moyen dommage (2)	17.33 %	15 000 \$
Couple faible risque dommage élevé (3)	31.08 %	35 000 \$
Couple moyen risque faible dommage (4)	2.44 %	5 000 \$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	0.97 %	15 000 \$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	1.78 %	35 000 \$
Couple risque élevé faible dommage (7)	0.99 %	5 000 \$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	0.39 %	15 000 \$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	0.72 %	35 000 \$
<b>Total</b>	100 %	

La moyenne des risques et des dommages avec ces 9 couples sera donc de :

$$\bar{q} = (x_1 \times q_1) + (x_2 \times q_2) + (x_3 \times q_3) + (x_4 \times q_4) + (x_5 \times q_5) + (x_6 \times q_6) + (x_7 \times q_7) + (x_8 \times q_8) + (x_9 \times q_9)$$

$$\bar{q} = 2.788 \%$$

$$\bar{L} = (x_1 \times L_1) + (x_2 \times L_2) + (x_3 \times L_3) + (x_4 \times L_4) + (x_5 \times L_5) + (x_6 \times L_6) + (x_7 \times L_7) + (x_8 \times L_8) + (x_9 \times L_9)$$

$$\bar{L} = 17\,160.00 \$$$

Nous pouvons résumer les valeurs de notre modèle en deux tableaux, soit le système public et le système privé :

**Tableau 2.9**  
Tableau résumé pour le Régime d'Assurance Public

<b>Couple</b>	<b>% population</b> $x_i$	<b>Évaluation du dommage</b> $L_i$	<b>Probabilité de provoquer un accident (<math>q_i</math>)</b>
<b>Couple faible risque faible dommage (1)</b>	$x_1 = 40.97 \%$	$L_1 = 10\ 000 \text{ \$}$	$q_1 = 1.00 \%$
<b>Couple faible risque moyen dommage (2)</b>	$x_2 = 29.57 \%$	$L_2 = 30\ 000 \text{ \$}$	$q_2 = 1.00 \%$
<b>Couple faible risque dommage élevé (3)</b>	$x_3 = 22.16 \%$	$L_3 = 50\ 000 \text{ \$}$	$q_3 = 1.00 \%$
<b>Couple moyen risque faible dommage (4)</b>	$x_4 = 2.3 \%$	$L_4 = 10\ 000 \text{ \$}$	$q_4 = 2.00 \%$
<b>Couple moyen risque moyen dommage (5)</b>	$x_5 = 1.66 \%$	$L_5 = 30\ 000 \text{ \$}$	$q_5 = 2.00 \%$
<b>Couple moyen risque dommage élevé (6)</b>	$x_6 = 1.24 \%$	$L_6 = 50\ 000 \text{ \$}$	$q_6 = 2.00 \%$
<b>Couple risque élevé faible dommage (7)</b>	$x_7 = 0.93 \%$	$L_7 = 10\ 000 \text{ \$}$	$q_7 = 5.00\%$
<b>Couple risque élevé moyen dommage (8)</b>	$x_8 = 0.67 \%$	$L_8 = 30\ 000 \text{ \$}$	$q_8 = 5.00\%$
<b>Couple risque élevé dommage élevé (9)</b>	$x_9 = 0.5 \%$	$L_9 = 50\ 000 \text{ \$}$	$q_9 = 5.00\%$
<b>Population totale</b>	4 655 612	$\bar{L} = 25\ 940 \text{ \$}$	$\bar{q} = 1.136 \%$

**Tableau 2.10**  
Tableau résumé pour le Régime d'Assurance Privé

Couple	% population $x_i$	Évaluation du dommage $L_i$	Probabilité de provoquer un accident ( $q_i$ )
Couple faible risque faible dommage (1)	$x_1 = 43.57 \%$	$L_1 = 5\ 000 \$$	$q_1 = 2.50 \%$
Couple faible risque moyen dommage (2)	$x_2 = 17.33 \%$	$L_2 = 15\ 000 \$$	$q_2 = 2.50 \%$
Couple faible risque dommage élevé (3)	$x_3 = 31.8 \%$	$L_3 = 35\ 000 \$$	$q_3 = 2.50 \%$
Couple moyen risque faible dommage (4)	$x_4 = 2.44 \%$	$L_4 = 5\ 000 \$$	$q_4 = 5.00 \%$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	$x_5 = 0.97 \%$	$L_5 = 15\ 000 \$$	$q_5 = 5.00 \%$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	$x_6 = 1.78 \%$	$L_6 = 35\ 000 \$$	$q_6 = 5.00 \%$
Couple risque élevé faible dommage (7)	$x_7 = 0.99 \%$	$L_7 = 5\ 000 \$$	$q_7 = 10.00 \%$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	$x_8 = 0.39 \%$	$L_8 = 15\ 000 \$$	$q_8 = 10.00 \%$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	$x_9 = 0.72 \%$	$L_9 = 35\ 000 \$$	$q_9 = 10.00 \%$
<b>Véhicules en circulation</b>	3 643 533	$\bar{L} = 17\ 160 \$$	$\bar{q} = 2.788 \%$

Avec ces données, nous pouvons calculer le coût total d'accident sur le réseau, soit le coût potentiel auquel s'expose un assureur en prenant le mandat de gérer l'un des régimes d'assurance, soit public ou privé. En ce sens, il devra normalement facturer à l'ensemble de ses clients une facture totalisant ses coûts potentiels, en plus de ses frais de fonctionnement que nous laisseront nuls pour simplifier notre démarche. Ce coût total s'obtient en sommant l'ensemble des dommages potentiels selon la population, soit :

$$\sum \Pi_i X_i = \sum p_i L_i X_i . \quad (10)$$

Nous obtenons, pour le régime public, un montant de **1 371 908 295.18 \$**, soit très proche du 1 191 millions de dollars de la SAAQ pour l'année 2004. Pour le régime privé, le coût total d'accident s'élève à **1 742 829 357.56 \$**, soit très peu au dessus du 1 707 millions de dollars versés pour l'année 2004 par les assureurs du Québec.

Il nous reste à établir la forme de la tarification pour distribuer aux couples véhicule-conducteur le montant qu'ils doivent payer afin de participer au financement du coût social qui est créé par l'usage de l'automobile. Pour chaque formule de tarification, la somme des primes devra égaler le coût social des dommages potentiels de cette activité, soit notre  $\sum_i p_i L_i X_i$ .

## CHAPITRE III

### LES DIFFÉRENTES PRIMES D'ASSURANCE

Plusieurs calculs permettent d'évaluer ce qu'un conducteur représente en risque pour une compagnie d'assurance ou une société. Nous comparerons 4 types de primes afin d'identifier l'interfinancement entre les types de couple conducteurs-dommages.

- **Prime uniforme** : prime égale pour tout type de conducteur, peu importe le type de véhicule. Couverture égale et sans responsabilité.
- **Prime individuelle d'assurance dommage sans égard à la faute** : valeur actuarielle que représentent les dommages subis par le couple véhicule-conducteur selon son risque et son véhicule ou son revenu, indépendamment des autres conducteurs ou véhicules sur la route.
- **Prime d'assurance sur base de responsabilité stricte** : ce calcul représente le dommage qu'un couple conducteur-dommage est susceptible de subir par sa faute et de faire subir aux autres couples.
- **Prime sur base du coût social marginal** : prime calculée selon le risque représenté par le couple pour lui, pour la société et ce que les autres couples ont comme effet sur lui. Les formules (7) et (9) du chapitre 2 seront mises à profit pour ce calcul.

En développant tous ces types de calcul, nous découvrirons que trois d'entre eux créent une externalité entre les couples et que le calcul optimal qui élimine cette externalité est le calcul sur base de coût social marginal.

Mais auparavant, nous devons établir certaines hypothèses. Tout d'abord, nous avons vu que nos deux marchés font face à un coût social total à financer. Si l'on revient sur la

probabilité pour un couple  $i$  d'avoir un accident, fonction des autres couples sur la route et de la capacité du réseau, nous lui attribuerons la forme suivante :

$$p_i(X_i, \dots, X_n, K) = h(X, K)[\alpha q_i + (1 - \alpha)(q_i + \bar{q})] \quad (11)$$

où :

- $h(X, K)$  est homogène de degré 0
- $\alpha \in [0, 1]$  est une constante qui représente la probabilité pour le couple d'avoir un accident en solo (sans impliquer d'autres couples de véhicules-conducteurs)
- $q_i$  est la probabilité pour  $i$  de causer (de façon intentionnelle ou non) un accident lors d'une occasion d'accident, soit son facteur de risque.
- $\bar{q} = \sum q_i x_i$  est le facteur moyen de risque pour la population où  $x_i = \frac{X_i}{X}$ .

Ici,  $h(X, K)$  reflète la fréquence d'occasion d'accident pour un agent compte tenu de la population présente sur le réseau et la capacité de celui-ci. Maintenant, selon le Ministère des transports du Canada, dans son texte statistique « *La sécurité routière au Canada – 2001* » (*Transports Canada, 2004*), 70% des collisions causant des blessures corporelles impliquent deux ou plusieurs voitures (30% n'impliquent qu'un seul véhicule). Toujours selon le Ministère des transports du Canada, 75% des collisions causant des dommages matériels impliquent deux ou plusieurs voitures (25% n'impliquent qu'un seul véhicule). Nous pouvons donc mettre une valeur sur notre  $\alpha$  pour nos deux régimes d'assurance. Ainsi, il est possible de réécrire la probabilité d'accident de cette façon :

$$p_i(X_i, \dots, X_n, K) = h(X, K)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}] \quad (12)$$

Nous pouvons appliquer cette forme à l'ensemble de nos types de primes d'assurance pour chacun des régimes. En calculant la valeur de chaque prime, nous pouvons identifier la valeur de notre  $h(X, K)$ , soit le calibrage de notre modèle pour que les primes se rapprochent le plus possible de la réalité mais surtout pour que la somme de celles-ci finance le coût social total imposé par l'usage de l'automobile et ce pour chaque type de prime. Les valeurs obtenues pour cette variable sont les suivantes :

- valeur de  $h(X, K)$  pour le régime public : 0,769230769;
- valeur de  $h(X, K)$  pour le régime privé : 0,8.

Avec ces valeurs, le calcul de la somme des différentes primes permettra le financement du coût social total.

### 3.1 Tarification de la prime uniforme

Nous obtenons la prime uniforme selon le calcul suivant :

$$\Pi'' = \sum_j p_j L_j x_j = h(X, K) \sum_j [q_j + (1 - \alpha) \bar{q}] L_j x_j \quad (13)$$

Nous voyons donc que la tarification est en fait la moyenne du risque présent sur la route et du dommage potentiel de la société, réparti également à travers les conducteurs.

Appliquée à nos données, soit avec un  $\alpha^{public} = 30\%$ , un  $\alpha^{privé} = 25\%$  et nos paramètres des classes de couples énoncés plus haut, nous obtenons :

- Système public d'assurance :  $\Pi'' = 294.68$  \$
  - Financement du régime (somme des primes) : **1 371 908 295,18 \$**
- Système privé d'assurance :  $\Pi'' = 478.34$  \$
  - Financement du régime : **1 742 829 357,56 \$**

Avec ce calcul, tous les conducteurs paient une prime identique de 294.68 \$ dans le système public et de 478.34 \$ dans le système privé. Ces primes dites uniformes tiennent en compte les risques de chaque conducteur et les dommages potentiels mais répartissent le coût à l'ensemble de la société. Le coût social total est financé pour les deux régimes (et est très similaire aux coûts réels de ces deux régimes pour l'année de référence de notre modèle, 2004) mais pas de façon équitable. Il y a donc évidemment des gagnants et des perdants. Le phénomène d'interfinancement est clairement visible. La SAAQ applique ce système malgré l'injustice qu'il présente, en appliquant par contre une pénalité lorsqu'il y a infraction au code de la route impliquant des points d'inaptitude. Nous devons donc envisager un autre calcul plus optimal.

### 3.2 Tarification de la prime sur base d'assurance directe individuelle

La formule de cette tarification est la suivante :

$$\Pi_i^d = p_i L_i = h(X, K)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}]L_i \quad (14)$$

Cette tarification sera différente pour chaque classe de couple car elle tient compte du risque et du dommage potentiel.

Système public :

$$\begin{aligned} \Pi_1^d &= p_1 L_1 = h(X, K)[q_1 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_1 = 103.14 \$ \\ \Pi_2^d &= p_2 L_2 = h(X, K)[q_2 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_2 = 309.42 \$ \\ \Pi_3^d &= p_3 L_3 = h(X, K)[q_3 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_3 = 515.69 \$ \\ \Pi_4^d &= p_4 L_4 = h(X, K)[q_4 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_4 = 180.06 \$ \\ \Pi_5^d &= p_5 L_5 = h(X, K)[q_5 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_5 = 540.18 \$ \\ \Pi_6^d &= p_6 L_6 = h(X, K)[q_6 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_6 = 900.31 \$ \\ \Pi_7^d &= p_7 L_7 = h(X, K)[q_7 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_7 = 410.83 \$ \\ \Pi_8^d &= p_8 L_8 = h(X, K)[q_8 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_8 = 1\,232.49 \$ \\ \Pi_9^d &= p_9 L_9 = h(X, K)[q_9 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_9 = 2\,054.15 \$ \end{aligned}$$

➤ Financement du régime : **1 371 908 295,18 \$**

Système privé :

$$\begin{aligned} \Pi_1^d &= p_1 L_1 = h(X, K)[q_1 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_1 = 127,88 \$ \\ \Pi_2^d &= p_2 L_2 = h(X, K)[q_2 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_2 = 383,63 \$ \\ \Pi_3^d &= p_3 L_3 = h(X, K)[q_3 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_3 = 895,13 \$ \\ \Pi_4^d &= p_4 L_4 = h(X, K)[q_4 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_4 = 227,88 \$ \\ \Pi_5^d &= p_5 L_5 = h(X, K)[q_5 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_5 = 683,63 \$ \\ \Pi_6^d &= p_6 L_6 = h(X, K)[q_6 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_6 = 1\,595,13 \$ \\ \Pi_7^d &= p_7 L_7 = h(X, K)[q_7 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_7 = 427,88 \$ \\ \Pi_8^d &= p_8 L_8 = h(X, K)[q_8 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_8 = 1\,283,63 \$ \\ \Pi_9^d &= p_9 L_9 = h(X, K)[q_9 + (1 - \alpha)\bar{q}]L_9 = 2\,995,13 \$ \end{aligned}$$

➤ Financement du régime : **1 742 829 357,56 \$**

Bien que cette tarification soit plus représentative du risque que le conducteur fait courir à la société (système public) ou à l'assureur (système privé) en l'assurant, elle ne tient pas compte des dommages que ce conducteur est susceptible de causer aux autres ou de subir à cause des autres conducteurs. Nous pouvons illustrer ce problème avec un exemple extrême.

Supposons un conducteur à très haut risque mais ayant un véhicule avec un dommage potentiel nul (voiture très solide). Il verra alors sa prime correspondre à 0\$. Cet utilisateur sera par contre susceptible de causer des dommages aux autres sans que sa prime en soit affectée. De plus, avec sa probabilité d'avoir ou de causer un accident très élevé, il fera varier la probabilité moyenne sur la route, ce qui affectera la prime des autres conducteurs (une externalité négative pour les plus prudents).

Pour éviter cette externalité, nous pouvons appliquer une tarification selon une prime sur base de responsabilité.

### 3.3 Tarification selon un régime de responsabilité

Notre intérêt pour ce genre de régime est qu'il permet de punir les conducteurs les plus dangereux, assurant ainsi un certain contrôle sur les comportements de la population. En appliquant une prime d'assurance sur base de responsabilité stricte, notre calcul en sera facilité. Pour cela, notre  $q_i$  représentera la probabilité que le couple  $i$  « cause » un accident et soit déclaré responsable. L'assureur devra donc assumer les dommages de son client mais aussi ceux des victimes. Voyons ce que nous obtenons comme résultats pour les deux régimes.

La formule de la tarification selon la responsabilité est la suivante :

$$\begin{aligned}\Pi_i^r &= h(X, K)\alpha q_i L_i + h(X, K)(1 - \alpha)q_i(L_i + \bar{L}) \\ \Pi_i^r &= h(X, K)q_i L_i + h(X, K)(1 - \alpha)q_i \bar{L}\end{aligned}\quad (15)$$

Ici, l'agent devra s'acquitter de la prime qui représente, d'un côté, son dommage potentiel et, d'un autre côté, le risque qu'il ait un accident responsable avec un autre agent. Cette tarification se base donc sur deux aspects de l'agent pour évaluer le dommage potentiel, soit ce qu'il risque et ce qu'il fait risquer aux autres. Nous obtenons respectivement ces résultats suivants pour les régimes public et privé de l'assurance automobile.

**Tableau 3.1**  
Prime d'assurance selon la tarification de régime  
Responsabilité pour le Régime Public

<b>Couple</b>	<b>Tarification régime de responsabilité <math>\Pi_i</math></b>
Couple faible risque faible dommage (1)	136,78 \$
Couple faible risque moyen dommage (2)	290,63 \$
Couple faible risque dommage élevé (3)	444,48 \$
Couple moyen risque faible dommage (4)	273,57 \$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	581,26 \$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	888,95 \$
Couple risque élevé faible dommage (7)	683,92 \$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	1 453,15 \$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	2 222,38 \$
<b>Financement du régime</b>	<b>1 371 908 295,18 \$</b>

**Tableau 3.2**  
Prime d'assurance selon la tarification de régime  
Responsabilité pour le Régime Privé

Couple	Tarification régime de responsabilité $\Pi'_i$
Couple faible risque faible dommage (1)	185,80 \$
Couple faible risque moyen dommage (2)	385,80 \$
Couple faible risque dommage élevé (3)	785,80 \$
Couple moyen risque faible dommage (4)	371,60 \$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	771,60 \$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	1 571,60 \$
Couple risque élevé faible dommage (7)	743,20 \$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	1 543,20 \$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	3 143,20 \$
<b>Financement du régime</b>	<b>1 742 829 357,56 \$</b>

On peut voir ici que les primes augmentent plus vite lorsque le niveau de risque augmente comparativement à la tarification sur base d'assurance directe individuelle, une amélioration dans notre but de faire payer aux agents les plus dangereux un prix plus représentatif du coût qu'ils créent.

A titre d'illustration, si nous prenons le cas extrême pour le régime public où une personne avec un  $q_i = 0$  est ajoutée dans le bassin. Si cette personne a un  $L_i$  très élevé (1 000 000\$), sa prime selon le régime de responsabilité sera alors :

$$\Pi'_i = h(X, K)q_i L_i + h(X, K)(1 - \alpha)q_i \bar{L}$$

$$\Pi'_i = 0.0\$$$

Encore une fois, la prime sur base de responsabilité ne peut empêcher l'externalité de se produire. L'agent aura une prime d'assurance nulle malgré la valeur de son véhicule et cette dernière fera hausser les primes des autres agents en leur imposant un dommage potentiel beaucoup plus élevé. Il nous reste alors la prime selon un calcul marginal.

### 3.4 Tarification au coût social marginal

La tarification au coût marginal s'obtient en calculant la valeur exacte de chaque conducteur au niveau de ce qu'il impose à la société, tant le dommage potentiel que le coût en utilisant le réseau routier. Nous avons convenu que l'action de restreindre ou de faciliter l'accès au réseau était laissée à un organisme indépendant de celui de l'assurance et que ce contrôle représentait une taxe dans notre formule de tarification optimale. Nous avons au chapitre 2 la formule (9) de péage optimal :

$$P_i = T + \Pi_i^m$$

où le  $T$  étant une taxe uniforme pour le financement de la capacité du réseau routier et  $\Pi_i^m$  étant notre prime d'assurance selon la tarification au coût marginal du couple véhicule-conducteur. Sachant que

$$T \equiv KC'(K)/X \text{ avec } \frac{K}{X} = k^*$$

où  $k^*$  représente le coefficient de capacité optimal, la prime marginale satisfait :

$$\Pi_i^m = \frac{d[\sum_j p_j(X_1, \dots, X_n, k^* X) L_j X_j]}{dX_i}$$

Si nous utilisons la spécification particulière suivante :

$$p_j(X_1, \dots, X_n, k^* X) = h(X, k^* X)[q_j + (1 - \alpha)\bar{q}]$$

Alors notre prime aura la forme suivante :

$$\begin{aligned} \Pi_i^m &= h(X, k^* X)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}]L_i + \frac{dh(X, k^* X)}{dX_i} \sum_j [q_j + (1 - \alpha)\bar{q}]L_j X_j + \\ &h(X, k^* X)(1 - \alpha) \frac{d\bar{q}}{dX_i} \sum_j L_j X_j \end{aligned} \quad (16)$$

On cherche ici à créer une prime qui calcule le dommage potentiel de l'agent, 1<sup>er</sup> terme, l'effet marginal de l'ajout de cet agent sur le réseau pour les autres agents et pour leur prime, 2<sup>e</sup> terme, et enfin l'effet de l'ajout de ce couple sur la probabilité moyenne d'accident  $\bar{q}$ . De cette façon, on peut facturer le coût marginal que l'agent, en choisissant d'utiliser son automobile, fait supporter aux autres agents déjà sur la route. Par hypothèse, la fonction  $h$  est homogène de degré zéro, ce qui signifie que  $h(X, k^* X)$  ne varie pas en  $X$ . Nous avons donc

$$\frac{dh(X, k^* X)}{dX_i} = \frac{dh(X, k^* X)}{dX} \frac{dX}{dX_i} = 0 \quad (17)$$

Dans le troisième terme,

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{q}}{dX_i} &= \frac{d \sum_j \left(\frac{X_j}{X}\right) q_j}{dX_i} \\ &= \frac{Xq_i - \sum_j X_j q_j}{X^2} \\ &= \frac{q_i - \bar{q}}{X} \end{aligned} \quad (18)$$

En substituant 17 et 18 dans 16, nous obtenons alors :

$$\begin{aligned} \Pi_i^m &= h(X, k^* X)[q_i + (1-\alpha)\bar{q}]L_i + h(X, k^* X)(1-\alpha)\left(\frac{q_i - \bar{q}}{X}\right) \sum_j L_j X_j \\ \Pi_i^m &= h(X, k^* X)[q_i + (1-\alpha)\bar{q}]L_i + h(X, k^* X)(1-\alpha)(q_i - \bar{q}) \sum_j \frac{L_j X_j}{X} \\ \Pi_i^m &= h(X, k^* X)[q_i + (1-\alpha)\bar{q}]L_i + h(X, k^* X)(1-\alpha)(q_i - \bar{q})\bar{L} \end{aligned} \quad (19)$$

soit la forme de notre prime au coût marginal. Nos résultats sont les suivants :

**Tableau 3.3**  
Primes de la tarification au coût social marginal

Régime Public		Régime Privé	
Couple	Tarification au coût marginal $\Pi_i^m$	Couple	Tarification au coût marginal $\Pi_i^m$
Couple faible risque faible dommage (1)	95,00 \$	Couple faible risque faible dommage (1)	118,01 \$
Couple faible risque moyen dommage (2)	301,27 \$	Couple faible risque moyen dommage (2)	373,76 \$
Couple faible risque dommage élevé (3)	507,55 \$	Couple faible risque dommage élevé (3)	885,26 \$
Couple moyen risque faible dommage (4)	231,78 \$	Couple moyen risque faible dommage (4)	303,81 \$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	591,90 \$	Couple moyen risque moyen dommage (5)	759,56 \$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	952,03 \$	Couple moyen risque dommage élevé (6)	1 671,06 \$
Couple risque élevé faible dommage (7)	642,14 \$	Couple risque élevé faible dommage (7)	675,41 \$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	1 463,80 \$	Couple risque élevé moyen dommage (8)	1 531,16 \$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	2 285,46 \$	Couple risque élevé dommage élevé (9)	3 242,66 \$

Nous voyons ici que cette tarification pénalise plus fortement les mauvais conducteurs et récompense de façon plus importante ceux au bon dossier que tout autre forme de tarification. De celles-ci, nous pouvons faire deux comparaisons qui font ressortir les externalités des tarifications individuelle d'assurance dommage sans égard à la faute et sur base de responsabilité. Notre formule servant de comparaison est la tarification au coût marginal. Tout d'abord, nous pouvons écrire que :

$$\Pi_i^m = \Pi_i^d + h(X, K)(1 - \alpha)\bar{L}(q_i - \bar{q})$$

Cette comparaison identifie que la prime optimale (coût marginal) s'exprime comme la somme de la prime d'assurance individuelle no-fault modifiée d'un facteur tenant compte de la présence d'autres véhicules sur la route. La tarification marginale internalise donc

l'externalité de la tarification individuelle qui ne tenait pas compte des dommages causés à autrui en cas d'accident.

L'autre comparaison se fait avec la tarification selon un régime de responsabilité. On obtient :

$$\Pi_i^m = \Pi_i^r + h(X, K)\bar{q}(1-\alpha)(L_i - \bar{L})$$

Nous voyons donc que la tarification optimale, encore une fois celle selon le coût marginal, est égale à la tarification sur base de responsabilité ajoutée d'un facteur représentant le coût de la présence sur la route de l'agent pour les autres conducteurs.

Il est clair que la tarification individuelle et celle sur base de responsabilité ne sont pas optimales en général. Nous pouvons par contre affirmer, qu'en certaines circonstances, ces deux tarifications sont égales à la tarification marginale. En effet, lorsque les niveaux de risque sont égaux pour tous les conducteurs ( $q_i = \bar{q}$ ) ou lorsque les dommages sont égaux ( $L_i = \bar{L}$ ), la prime sera égale. De ce fait, nous pouvons comparer les tarifications selon la proposition qui suit.

*« De façon générale, aucune des formules de tarification traditionnelle n'est optimale. Cependant,*

- *lorsque les facteurs de risque et les dommages sont les mêmes chez tous les conducteurs, toutes les formules de tarification sont équivalentes (prime uniforme, sur base d'assurance individuelle, sur base de responsabilité stricte ou pour négligence et prime au coût marginal) ;*
- *lorsque les facteurs de risque sont identiques, la tarification sur base d'assurance individuelle est optimale ;*
- *lorsque les dommages sont identiques, la tarification sur base de responsabilité stricte est optimale<sup>9</sup> ».*

Le problème évidemment est que nos conducteurs n'ont ni le même niveau de risque, ni les mêmes dommages potentiels. Nous devons alors identifier l'interfinancement qui se produit entre les conducteurs pour les différentes tarifications.

---

<sup>9</sup> *Ibid.*, p. 126.

## CHAPITRE IV

### INTERFINANCEMENT

#### 4.1 Comparaisons des primes et résultats du modèle

On a défini plus haut que l'interfinancement entre les conducteurs est le phénomène où les bons conducteurs subventionnent les mauvais, que ceux qui ont un dossier de conduite sans reproche paient plus cher que ce qu'ils représentent comme risque à l'assureur et inversement pour les mauvais conducteurs. Le critère que nous utiliserons pour vérifier qu'il y a interfinancement est la comparaison des formes traditionnelles de tarification avec celle du coût marginal, cette dernière tenant compte de chaque conducteur sur la route, tant pour les dommages à causer que pour les dommages à subir. Pour se faire, nous résumons dans les tableaux suivants les différentes primes selon les tarifications pour les deux régimes :

**Tableau 4.1**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour le régime public

Couple	$\Pi^u$	$\Pi_i^d$	$\Pi_i^r$	$\Pi_i^m$
Couple faible risque faible dommage (1)	294,68 \$	103,14 \$	136,78 \$	95,00 \$
Couple faible risque moyen dommage (2)	294,68 \$	309,42 \$	290,63 \$	301,27 \$
Couple faible risque dommage élevé (3)	294,68 \$	515,69 \$	444,48 \$	507,55 \$
Couple moyen risque faible dommage (4)	294,68 \$	180,06 \$	273,57 \$	231,78 \$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	294,68 \$	540,18 \$	581,26 \$	591,90 \$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	294,68 \$	900,31 \$	888,95 \$	952,03 \$
Couple risque élevé faible dommage (7)	294,68 \$	410,83 \$	683,92 \$	642,14 \$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	294,68 \$	1 232,49 \$	1 453,15 \$	1 463,80 \$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	294,68 \$	2 054,15 \$	2 222,38 \$	2 285,46 \$

**Tableau 4.2**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications pour le régime privé

Couple	$\Pi^u$	$\Pi_i^d$	$\Pi_i^r$	$\Pi_i^m$
Couple faible risque faible dommage (1)	478,34 \$	127,88 \$	185,80 \$	118,01 \$
Couple faible risque moyen dommage (2)	478,34 \$	383,63 \$	385,80 \$	373,76 \$
Couple faible risque dommage élevé (3)	478,34 \$	895,13 \$	785,80 \$	885,26 \$
Couple moyen risque faible dommage (4)	478,34 \$	227,88 \$	371,60 \$	303,81 \$
Couple moyen risque moyen dommage (5)	478,34 \$	683,63 \$	771,60 \$	759,56 \$
Couple moyen risque dommage élevé (6)	478,34 \$	1 595,13 \$	1 571,60 \$	1 671,06 \$
Couple risque élevé faible dommage (7)	478,34 \$	427,88 \$	743,20 \$	675,41 \$
Couple risque élevé moyen dommage (8)	478,34 \$	1 283,63 \$	1 543,20 \$	1 531,16 \$
Couple risque élevé dommage élevé (9)	478,34 \$	2 995,13 \$	3 143,20 \$	3 242,66 \$

Au départ, avec la tarification individuelle, les conducteurs à moyen et fort risque sont avantagés par rapport à la tarification marginale. En contre-partie, les conducteurs à faible risque sont désavantagés avec cette tarification individuelle. Pour ce qui est de la prime sur une base de responsabilité, elle favorise les conducteurs ayant un dommage plus élevé que la moyenne peu importe le risque. Cette prime sensibilise donc les conducteurs sur leur prudence mais n'est pas nécessairement efficace pour faire payer au couple véhicule-conducteur le dommage potentiel qu'il représente dans le réseau routier, soit le véhicule ou le revenu.

Il est évident que notre estimation est hypothétique car chaque type de tarification a ses propres niveaux de demande pour les conducteurs, certains pourraient choisir de conduire ou de ne pas conduire selon la tarification qui est en place. Cependant, notre modèle peut nous montrer les grandes lignes et illustrer l'interfinancement présent entre les classes de conducteurs. Si nous reprenons les conclusions du modèle de Fluet (1988), nous pourrions vérifier si notre estimation identifie les mêmes résultats et constats.

Fluet démontre qu'en prenant les  $x_i$  données, nous pouvons identifier le sens des avantages ou désavantages relatifs entre catégories de dommages ou de risques selon les formules de tarification. Avec les  $x_i$ , nous pouvons généraliser les formules de tarification afin de comparer les classes de risque d'une part, peu importe les dommages, et les classes de dommages par la suite, indépendamment des classes de risque. Commençons par les classes de risque.

Pour comparer les risques entre eux, nous poserons comme hypothèse que tout dommage, tant pour les  $i$  que les  $j$ , est égal au dommage moyen de la population. Donc,  $L_i = L_j = \bar{L}$ . De cette façon, nos formules de tarification se modifient comme-ci :

- Tarification individuelle :

$$\Pi_i^d = p_i L_i = h(X, K)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}]L_i \rightarrow \bar{\Pi}^d(q) = h(X, K)(q + (1 - \alpha)\bar{q})\bar{L}$$

- Tarification responsable :

$$\Pi_i^r = h(X, K)\alpha q_i L_i + h(X, K)(1 - \alpha)q_i(L_i + \bar{L}) \rightarrow \bar{\Pi}^r(q) = h(X, K)q(\bar{L} + (1 - \alpha)\bar{L})$$

- Tarification marginale :

$$\Pi_i^m = h(X, k^* X)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}]L_i + h(X, k^* X)(1 - \alpha)(q_i - \bar{q})\bar{L} \rightarrow$$

$$\bar{\Pi}^m(q) = h(X, k^* X)(q + (1 - \alpha)\bar{q})\bar{L} + h(X, k^* X)(1 - \alpha)(q - \bar{q})\bar{L}$$

En calculant nos différentes primes pour nos trois classes de risque dans nos deux régimes pour une classe de dommage ( $L = \bar{L}$ ), nous obtenons les conclusions suivantes.

**Tableau 4.3**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications  
pour les conducteurs à risque faible

Régime Public		Régime Privé	
$q = 1.00\%$ $\bar{q} = 1.136\%$ $\bar{L} = 25\ 940\ \$$		$q = 2.50\%$ $\bar{q} = 2.788\%$ $\bar{L} = 17\ 160\ \$$	
$\Pi''(q) =$	294,68 \$	$\Pi''(q) =$	478,34 \$
$\bar{\Pi}^d(q) =$	267,54 \$	$\bar{\Pi}^d(q) =$	438,87 \$
$\bar{\Pi}^r(q) =$	259,40 \$	$\bar{\Pi}^r(q) =$	429,00 \$
$\Pi^m(q) =$	259,40 \$	$\Pi^m(q) =$	429,00 \$

Ces calculs nous montrent que :

$$\text{Si } q < \bar{q} \text{ alors } \bar{\Pi}^m(q) = \bar{\Pi}^r(q) < \bar{\Pi}^d(q) < \Pi''$$

Ici, les conducteurs à faible risque préfèrent une tarification au coût marginal ou de responsabilité stricte aux tarifications uniforme ou individuelle.

**Tableau 4.4**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications  
pour les conducteurs à risque moyen

Régime Public		Régime Privé	
$q = 2.00\%$ $\bar{q} = 1.136\%$ $\bar{L} = 25\ 940\ \$$		$q = 5.00\%$ $\bar{q} = 2.788\%$ $\bar{L} = 17\ 160\ \$$	
$\Pi''(q) =$	294,68 \$	$\Pi''(q) =$	478,34 \$
$\bar{\Pi}^d(q) =$	467,08 \$	$\bar{\Pi}^d(q) =$	782,07 \$
$\bar{\Pi}^r(q) =$	518,80 \$	$\bar{\Pi}^r(q) =$	858,00 \$
$\Pi^m(q) =$	518,80 \$	$\Pi^m(q) =$	858,00 \$

Pour ces conducteurs, nous observons que :

$$\text{Si } q > \bar{q} \text{ alors } \bar{\Pi}^m(q) = \bar{\Pi}^r(q) > \bar{\Pi}^d(q) > \Pi''$$

Pour des conducteurs ayant un niveau de risque plus élevé que la moyenne, ces derniers seront avantagés avec une prime d'assurance individuelle plutôt que responsable ou marginale. Le principe est que cette tarification ne tient pas compte du dommage qu'ils peuvent causer aux autres. A noter que la prime uniforme avantage ces conducteurs à risque plus élevé que la moyenne de façon plus prononcée, le coût qu'ils font courir à la société étant réparti également entre tous les conducteurs sur la route. La SAAQ utilisait ce type de tarification avant sa modification en 1992.

**Tableau 4.5**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications  
pour les conducteurs à risque élevé

Régime Public		Régime Privé	
$q = 5.00\%$ $\bar{q} = 1.136\%$ $\bar{L} = 25\,940\$$		$q = 10.00\%$ $\bar{q} = 2.788\%$ $\bar{L} = 17\,160\$$	
$\Pi''(q) =$	294,68 \$	$\Pi''(q) =$	478,34 \$
$\bar{\Pi}^d(q) =$	1 065,70 \$	$\bar{\Pi}^d(q) =$	1 468,47 \$
$\bar{\Pi}^r(q) =$	1 297,00 \$	$\bar{\Pi}^r(q) =$	1 716,00 \$
$\bar{\Pi}^m(q) =$	1 297,00 \$	$\bar{\Pi}^m(q) =$	1 716,00 \$

Encore une fois, nous observons que :

$$\text{Si } q > \bar{q} \text{ alors } \bar{\Pi}^m(q) = \bar{\Pi}^r(q) > \bar{\Pi}^d(q) > \Pi''$$

La conclusion est la même que pour les conducteurs à moyen risque, les écarts étant juste plus prononcés.

De ces trois groupes, nous venons d'illustrer le fait qu'une tarification sur base d'assurance individuelle avantage les conducteurs ayant un niveau de risque plus élevé que la moyenne. Les bons conducteurs subventionnent alors les mauvais. Ici, la tarification optimale, celle égale au coût marginal pour chaque conducteur, équivalant à la tarification selon un régime de responsabilité stricte. C'est donc dire qu'indépendamment des

dommages, la tarification qui sera la plus utile lorsque les conducteurs sont discriminés par leur niveau de risque est celle qui les rend responsables de leurs actes, soit celle qui pénalisera les mauvais comportements.

Le même exercice est possible afin d'évaluer les effets des tarifications sur les niveaux de dommages. Pour comparer les dommages, nous poserons comme hypothèse cette fois-ci que les niveaux de risque sont égaux au risque moyen de la population. Donc,  $q_i = q_j = \bar{q}$ . Nos formules de tarification sont maintenant :

- Tarification individuelle :

$$\Pi_i^d = p_i L_i = h(X, K)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}]L_i \rightarrow \overline{\Pi^d}(L) = h(X, K)(\bar{q} + (1 - \alpha)\bar{q})L;$$

- Tarification responsable :

$$\Pi_i^r = h(X, K)\alpha q_i L_i + h(X, K)(1 - \alpha)q_i(L_i + \bar{L}) \rightarrow \overline{\Pi^r}(L) = h(X, K)\bar{q}(L + (1 - \alpha)\bar{L});$$

- Tarification marginale :

$$\begin{aligned} \Pi_i^m &= h(X, k^* X)[q_i + (1 - \alpha)\bar{q}]L_i + h(X, k^* X)(1 - \alpha)(q_i - \bar{q})\bar{L} \rightarrow \\ \overline{\Pi^m}(L) &= h(X, k^* X)(\bar{q} + (1 - \alpha)\bar{q})L + h(X, k^* X)(1 - \alpha)(\bar{q} - \bar{q})\bar{L}. \end{aligned}$$

En calculant nos différentes primes pour nos trois classes de dommage, à savoir  $L = 10\ 000\$$ ,  $L = 30\ 000\$$  et  $L = 50\ 000\$$  pour le régime public  $L = 5\ 000\$$ ,  $L = 15\ 000\$$  et  $L = 35\ 000\$$  pour le régime privé avec un niveau de risque de chaque conducteur égal à celui de la moyenne conductrice ( $q = \bar{q}$ ), nous obtenons pour les deux régimes les conclusions suivantes.

**Tableau 4.6**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications  
pour les conducteurs à dommage faible

Régime Public		Régime Privé	
$L = 10\ 000\ \$$ $\bar{q} = 1.136\%$ $\bar{L} = 25\ 940\ \$$		$L = 5\ 000\ \$$ $\bar{q} = 2.788\%$ $\bar{L} = 17\ 160\ \$$	
$\Pi^u(q) =$	294,68 \$	$\Pi^u(q) =$	478,34 \$
$\bar{\Pi}^d(q) =$	113,60 \$	$\bar{\Pi}^d(q) =$	139,38 \$
$\bar{\Pi}^r(q) =$	155,39 \$	$\bar{\Pi}^r(q) =$	207,17 \$
$\bar{\Pi}^m(q) =$	113,60 \$	$\bar{\Pi}^m(q) =$	139,38 \$

Avec ces calculs, nous pouvons affirmer que :

Si  $L < \bar{L}$  alors  $\bar{\Pi}^m(L) = \bar{\Pi}^d(L) < \bar{\Pi}^r(L) < \Pi^u$

Donc, des conducteurs ayant un dommage espéré sous la moyenne sont favorisés par la tarification sur base d'assurance individuelle face à une tarification sous régime de responsabilité stricte ou uniforme.

**Tableau 4.7**  
Primes d'assurance selon les différentes tarifications  
pour les conducteurs à dommage moyen

Régime Public		Régime Privé	
$L = 30\ 000\ \$$ $\bar{q} = 1.136\%$ $\bar{L} = 25\ 940\ \$$		$L = 15\ 000\ \$$ $\bar{q} = 2.788\%$ $\bar{L} = 17\ 160\ \$$	
$\Pi^u(q) =$	294,68 \$	$\Pi^u(q) =$	478,34 \$
$\bar{\Pi}^d(q) =$	340,80 \$	$\bar{\Pi}^d(q) =$	418,13 \$
$\bar{\Pi}^r(q) =$	330,16 \$	$\bar{\Pi}^r(q) =$	430,17 \$
$\bar{\Pi}^m(q) =$	340,80 \$	$\bar{\Pi}^m(q) =$	418,13 \$

Nous obtenons ici que :

pour le régime public,  $L > \bar{L} \rightarrow \bar{\Pi}^m(L) = \bar{\Pi}^d(L) > \bar{\Pi}^r(L) > \Pi''$  ;

pour le régime privé,  $L < \bar{L} \rightarrow \bar{\Pi}^m(L) = \bar{\Pi}^d(L) < \bar{\Pi}^r(L) < \Pi''$  .

Il est évident que le type de régime (public ou privé) n'est pas en cause dans le résultat mais bien le fait que, dans le régime public, les conducteurs à moyen dommage ont un dommage espéré plus élevé que la moyenne, tandis que dans l'autre régime, ces conducteurs ont un dommage espéré sous la moyenne. Nous voyons ici que pour les conducteurs ayant un dommage plus élevé que la moyenne, ces derniers favoriseront une tarification sur base de responsabilité plutôt que la tarification individuelle, inversement pour les conducteurs ayant un dommage moins élevé que la moyenne.

**Tableau 4.8**

Primes d'assurance selon les différentes tarifications  
pour les conducteurs à dommage élevé

Régime Public		Régime Privé	
$L = 50\ 000\ \$$ $\bar{q} = 1.136\%$ $\bar{L} = 25\ 940\ \$$		$L = 35\ 000\ \$$ $\bar{q} = 2.788\%$ $\bar{L} = 17\ 160\ \$$	
$\Pi''(q) =$	294,68 \$	$\Pi''(q) =$	478,34 \$
$\bar{\Pi}^d(q) =$	568,00 \$	$\bar{\Pi}^d(q) =$	975,63 \$
$\bar{\Pi}^r(q) =$	504,93 \$	$\bar{\Pi}^r(q) =$	876,17 \$
$\Pi^m(q) =$	568,00 \$	$\Pi^m(q) =$	975,63 \$

Nous avons donc ici que :

Si  $L > \bar{L}$  alors  $\bar{\Pi}^m(L) = \bar{\Pi}^d(L) > \bar{\Pi}^r(L) > \Pi''$

Encore une fois, avec un dommage plus élevé que la moyenne, un conducteur sera avantagé par une tarification sur base de responsabilité face à la tarification optimale que représente l'assurance individuelle.

Pour ce qui est des dommages, en tenant le risque constant pour tout conducteur, une tarification sur la base de la responsabilité favorisera un conducteur à dommage supérieur à la moyenne. En ce sens, le conducteur à dommage faible subventionnera les autres conducteurs selon notre comparaison avec la prime optimale au coût marginal. En résumé :

*« avec une tarification sur base d'assurance individuelle les « bons » facteurs de risque subventionnent toujours les « mauvais » en moyenne, alors qu'avec une tarification sur base de responsabilité les conducteurs à dommage modéré subventionnent toujours en moyenne les conducteurs à dommage élevé<sup>10</sup> ».*

L'interfinancement entre les conducteurs est alors présent, tant pour la prime uniforme que pour les autres calculs des régimes privé ou public. Seul l'application du calcul marginal comme nous venons de le démontrer permet d'éliminer les externalités présentes dans les autres formes de tarification et permet ainsi de faire appliquer le principe « d'utilisateur payeur ». Enfin, le modèle de Fluet fait ressortir trois grandes conclusions que nous pouvons démontrer empiriquement avec notre application des données statistiques.

1. *« Sauf peut-être pour les cas où facteurs de risque et dommages sont négativement corrélés, les conducteurs à risque ou à dommage élevé préféreront en moyenne la tarification uniforme à toute autre formule de tarification<sup>11</sup> »*

Pour nos conducteurs à risque ou dommage élevé, la prime uniforme est la moins chère de toutes les primes calculées, ce qui confirme la première conclusion (comparaison effectuée avec les deux tableaux résumés plus haut).

2. *« Sauf peut-être pour le cas où facteurs de risque et dommage sont positivement corrélés, les conducteurs à dommage élevé préféreront en moyenne la tarification sur base de responsabilité à la tarification sur base d'assurance individuelle ; l'inverse est vrai pour les conducteurs à facteur de risque élevé<sup>12</sup> ».*

Nos résultats prouvent cette conclusion. Les conducteurs à dommage élevé préfèrent la tarification sur base de responsabilité, à l'exception de ceux qui ont un niveau de risque élevé étant donné leur danger pour les autres conducteurs qu'ils doivent assumer avec le calcul. De plus, ceux à risque élevé opteraient pour une tarification individuelle, ne voulant pas assumer le coût qu'ils font subir aux autres conducteurs par leurs actions négligentes.

---

<sup>10</sup> *Ibid*, p. 128.

<sup>11</sup> *Ibid*, p. 129.

<sup>12</sup> *Ibid*, p. 129.

3. *« Dans tous les cas, avec une tarification sur base de responsabilité, les conducteurs à dommage modéré subventionnent en moyenne les conducteurs à dommage élevé par rapport à une tarification au coût marginal ; avec une tarification sur base de d'assurance individuelle, les conducteurs à facteur de risque modéré subventionnent en moyenne les conducteurs à facteur de risque élevé comparativement à une tarification au coût marginal<sup>13</sup> ».*

Pour la première partie de cette affirmation, notre modèle le prouve avec les résultats pour les dommages où les facteurs de risque sont tenus constants. Un conducteur à faible dommage paiera plus cher sa prime responsabilité que s'il payait le coût marginal qu'il impose à la collectivité, inversement pour le conducteur à dommage élevé. Il faut donc comprendre ici que d'imposer un lourd dommage potentiel à une société doit avoir comme conséquence d'en assumer une bonne partie. L'autre partie de l'affirmation peut se vérifier dans les résultats des primes pour les 9 couples de conducteur-dommage. En effet, pour les niveaux de risque, les bons conducteurs paient moins cher avec la prime marginale que la prime individuelle. De leur côté, les mauvais conducteurs sont désavantagés par la prime au coût marginal face à la prime individuelle. L'explication de ceci est qu'un niveau de risque que l'on impose à une société doit refléter la prime d'assurance, et donc encourager les bons comportements.

Nous venons donc de démontrer qu'il y a présence d'interfinancement entre les bons et mauvais conducteurs dans le domaine de l'assurance automobile au Québec, tant pour l'assurance corporelle que pour l'assurance matérielle, par une application d'un modèle de calcul du coût social marginal. Bien que notre application ne soit pas entièrement représentative de la population conductrice, nos résultats nous indiquent qu'il y a toujours place à l'amélioration afin de facturer à l'assuré le véritable coût actuariel qu'il représente en utilisant son véhicule, que ce soit en évaluant la prime de la SAAQ en tenant compte de l'indemnisation à laquelle il peut avoir droit en cas d'invalidité, ou en évaluant le dommage moyen présent sur la route pour l'assurance responsabilité matérielle. Ce qui est sur, c'est que l'assurance dans sa formule actuelle ne tarifie pas les individus à leur « juste prix ».

---

<sup>13</sup> *Ibid*, page 129.

## CONCLUSION

Nous avons traité dans ce mémoire de l'interfinancement dans le domaine de l'assurance automobile au Québec. Nous avons appliqué des données statistiques de la population conductrice québécoise au modèle de Fluet (1988). Pour ce faire, nous avons posé que la conduite d'un véhicule doit être encadrée au niveau de l'accès au réseau routier par une taxe uniforme servant au financement des infrastructures, et que tout conducteur doit supporter le coût en dommage espéré qu'il représente et qu'il peut infliger aux autres conducteurs. Les résultats que nous obtenons montrent que, selon les formes de tarification présentes sur le marché (uniforme, sur base individuelle ou sous régime de responsabilité), les bons conducteurs subventionnent en moyenne les mauvais conducteurs, situation identique pour les conducteurs à dommage faible par rapport aux conducteurs à dommage élevé.

L'interfinancement nous incite alors à proposer une tarification plus adaptée au principe d'« utilisateur-payeur ». Pour le régime public, la nouvelle tarification de 1992 implantant une sorte de taxe pigouvienne à l'assurance corporelle lorsqu'il y a infraction aux règles du code de la route a amélioré l'imputabilité de ce système mais il ne tient toujours pas compte du niveau de dommage de chaque conducteur. Pour ce qui est du régime privé de l'assurance, bien que le facteur responsabilité soit présent tout comme la valeur du véhicule du propriétaire, il ne tient pas compte du coût marginal que ce conducteur impose à la société.

Notre modèle a présenté le calcul d'une prime d'assurance au coût marginal. Son avantage sur les autres primes est qu'elle tient compte de l'ensemble des conducteurs présents sur la route, répartis dans plusieurs classes afin de les discriminer selon leur niveau de risque et leur niveau de dommage. Il offre donc la possibilité de différencier les conducteurs selon un grand nombre de variables, créant ainsi une infinité de classes, de niveau de prime et en bout de ligne une estimation très réaliste du coût actuariel de chaque

conducteur avec son interaction avec les autres. Les conducteurs ont alors une prime beaucoup plus représentative du fardeau qu'ils font supporter à la société et le coût social total de cette activité est réparti de façon optimale à travers ses utilisateurs.

Il nous reste à voir si son implantation ne pourrait pas répondre aux besoins de la société québécoise dans l'application d'une tarification permettant à la fois de financer les coûts sociaux de la conduite automobile tout en responsabilisant les conducteurs au niveau de leurs comportements sur la route.

## APPENDICE A

**Tableau A.1**  
 Infractions au Code de la sécurité routière  
 entraînant l'inscription de points d'inaptitude

Infraction		Points d'inaptitude	Amende	
Description	Article C.S.R.		Montant	Article C.S.R.
Excès de vitesse de 11 à 20 km/h	299, 328, 329	1	35 \$ à 55 \$	516
Excès de vitesse de 21 à 30 km/h	299, 328, 329	2	75 \$ à 105 \$	516
Excès de vitesse de 31 à 45 km/h	299, 328, 329	3	135 \$ à 195 \$	516
Excès de vitesse de plus de 45 km/h	299, 328, 329	5 ou plus	240 \$ ou plus	516
Excès de vitesse lors de travaux	303.2	1 ou plus	35 \$ ou plus	516
Dépassement prohibé par la gauche	348	3	200 \$ à 300 \$	510
Dépassement prohibé par la droite	346	3	200 \$ à 300 \$	510
Dépassement prohibé sur la voie réservée à la circulation en sens inverse	345	4	200 \$ à 300 \$	510
Augmentation de sa vitesse lors d'un dépassement par un autre véhicule	340	2	200 \$ à 300 \$	510
Dépassement d'une bicyclette sans espace suffisant à l'intérieur de la même voie de circulation	341	2	200 \$ à 300 \$	510
Dépassements successifs en zigzag	342	4	200 \$ à 300 \$	510
Omission de se conformer à un feu rouge	359, 360	3	100 \$ à 200 \$	509
Omission de se conformer à un panneau d'arrêt	368, 369, 370	3	100 \$ à 200 \$	509
Omission de se conformer à un arrêt obligatoire à un passage à niveau	411	3	100 \$ à 200 \$	509
Omission d'arrêter avant d'effectuer un virage à droite devant un feu rouge	359.1	3	100 \$ à 200 \$	509
Omission de se conformer au signal d'arrêt d'un autobus scolaire	460	9	200 \$ à 300 \$	510
Omission d'arrêter à un passage à niveau (autobus, minibus, transport de matières dangereuses)	413	9	200 \$ à 300 \$	510

Omission de se conformer aux ordres ou aux signaux d'un brigadier, d'un agent ou d'un signaleur	311	3	100 \$ à 200 \$	314.1
Marche arrière prohibée	416	3	100 \$ à 200 \$	509
	417	3	30 \$ à 60 \$	506
Franchissement prohibé d'une ligne de démarcation de voie	326.1	3	200 \$ à 300 \$	510
Vitesse ou action imprudente	327	4	300 \$ à 600 \$	512
Conduite pour un pari, un enjeu ou une course	422	6	300 \$ à 600 \$	512
Conduite interdite d'un véhicule transportant des matières dangereuses dans un tunnel	622	9	350 \$ à 1050 \$	646
Vitesse trop grande par rapport aux conditions atmosphériques ou environnementales	330	2	60 \$ à 100 \$	507
Espace insuffisant laissé derrière un autre conducteur	335	2	100 \$ à 200 \$	509
Freinage brusque sans nécessité	436	2	30 \$ à 60 \$	506
Défaut de respecter la priorité accordée aux piétons et aux cyclistes à une intersection	349	2	100 \$ à 200 \$	509
Défaut de respecter la priorité accordée aux véhicules qui circulent en sens inverse	350	2	100 \$ à 200 \$	509
Omission de porter la ceinture de sécurité	396, 401	3	80 \$ à 100 \$	508
Omission de porter le casque protecteur	484	3	80 \$ à 100 \$	508
Manquement à un devoir de conducteur impliqué dans un accident	168, 169	9	600 \$ à 2000 \$	179
	170, 171	9	200 \$ à 300 \$	178
Conduite avec alcool dans l'organisme (permis probatoire ou d'apprenti)	202.2	4	300 \$ à 600 \$	202.8
Refus de fournir un échantillon d'haleine (permis probatoire ou d'apprenti)	202.3	4	300 \$ à 600 \$	202.8
Conduite sans la présence d'un accompagnateur (permis d'apprenti)	99, 100	4	200 \$ à 300 \$	140.1

(D'après Société de l'Assurance Automobile du Québec, *Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier (1995-2004)*, Dossier statistique réalisé par la direction des études et stratégies en sécurité routière, Décembre 2005, p.4.)

## BIBLIOGRAPHIE

### Articles

- Boyer, Marcel. et George Dionne. 1989. *An empirical analysis of moral hazard and experience rating*. Review of economics and statistics 71 (février 1989), p. 128-134.
- Boyer, Marcel et George Dionne. 1987. *Description and analysis of the Quebec automobile insurance plan*. Canadian Public Policy XIII, 2, p. 181-195.
- Boyer, Marcel et George Dionne. 1985. *Road safety : liability for negligence and pricing*. The Canadian Journal of Economics, Vol 18, No 4 (Nov. 1985), p. 814-830.
- K. Diamantopoulou, M. Cameron, D. Dyte et W. Harrison (1997). «*The Relationship Between Demerit Points Accrual and Crash Involvement*». Monash University Accident Research Center, Rapport no 116.
- Dionne, George. 2005. *Assurance auto : la SAAQ est aux prises avec un déficit de 1.1 milliard, alors... Des hausses justifiées ?* La Presse, 7 juillet 2005, 4 pages.
- Dionne, George et Jean Pinquet. 2005. *Mesure des effets incitatifs à la prudence au volant créés par les sanctions et évaluation du pouvoir prédictif des infractions sur le risque routier*. Cahier de recherche no 05-06, Chaire de recherche du Canada en gestion des risques, Université de Montréal, Juillet 2005, 62 pages.
- Dionne, George et Charles Vanasse. 1997. *Une évaluation empirique de la nouvelle tarification de l'assurance automobile (1992) au Québec*. Économétrie appliquée, C. Gouriéroux et C. Montmarquette (Éd.), Economica, Paris, 31 pages.

- Fluet, Claude. 1988. *Tarification et interfinancement dans les régimes obligatoires d'assurance-automobile*. The Geneva Papers on Risk and Insurance, vol 13, No 47, (Avril 1988), p. 115-131.
- Fluet, Claude et Pierre Lefebvre. 1990. *L'évolution du prix réel de l'Assurance automobile au Québec depuis la réforme de 1978*. Canadian Public Policy 16, p. 374-386.
- Smiley, B. Persaud, E. Hauer et D. Duncan (1989). «*Accidents, Convictions, and Demerit Points: an Ontario Driver Records Study*». Transportation Research Record 1238, 53–64.

### **Publications Gouvernementales**

- Canada, Bureau d'Assurance du Canada. 2004. *Assurances de dommages au Canada (2004)*. Document annuel sur le marché de l'assurance au Canada, édition 2004, 38 pages.
- Canada, Transport Canada. 2004. *La sécurité routière au Canada (2001)*. Document réalisé par la direction de la sécurité routière et de la réglementation automobile, Mai 2004, 24 pages.
- Québec, Autorité des Marchés Financiers. 2005. *Rapport annuel sur la tarification en assurance automobile (2004-2005)*. Rapport réalisé par la direction des assurances IARD de l'Autorité des marchés financiers, 2005, 61 pages.
- Québec, Institut de la statistique du Québec et ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale. 2006. *Recueil statistique sur la pauvreté et les inégalités socioéconomiques au Québec*, Québec, Janvier 2006, 135 pages.
- Québec, Société de l'Assurance Automobile du Québec. 2005. *Bilan 2004 : Accidents, parc automobile, permis de conduire*. Dossier statistique réalisé par la direction des études et stratégies en sécurité routière, Mai 2005, 209 pages.

- Québec, Société d'Assurance Automobile du Québec. *Le régime public d'assurance automobile au Québec*. Document explicatif sur le régime d'assurance automobile public du Québec.
- Québec, Société de l'Assurance Automobile du Québec. 2005. *Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier (1995-2004)*. Dossier statistique réalisé par la direction des études et stratégies en sécurité routière, Décembre 2005, 175 pages.
- Québec, Société de l'Assurance Automobile du Québec. *Les points d'inaptitude*. Document d'information réalisé par la SAAQ.
- Québec, Société de l'Assurance Automobile du Québec. 2006. *Pour un régime durable et équitable*. Document d'information sur la proposition contenue au projet de règlement sur les contributions d'assurance, 2006, 46 pages.