

Université de Montréal

CENTRE DE DOCUMENTATION

11 MAI 1998

SCIENCES ECONOMIQUES U de M

**ÉTUDES SUR LA VALEUR DE LA VIE ET DE LA SÉCURITÉ:
THÉORIE ET APPLICATION AU TRANSPORT.**

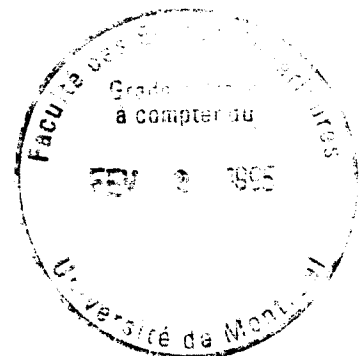
Par El Bachir A. BELHADJI

Département de sciences économiques
Faculté des arts et de sciences

Thèse présentée à la faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Philosophiæ Doctor (Ph.D.)
en sciences économiques

Août 1994

© El Bachir A. Belhadji, 1994



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée:

**ÉTUDES SUR LA VALEUR DE LA VIE ET DE LA SÉCURITÉ:
THÉORIE ET APPLICATION AU TRANSPORT.**

présentée par

El Bachir A. BELHADJI

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes:

Claude MONTMARQUETTE	: président-rapporteur
Georges DIONNE	: directeur de recherche
Thomas LEMIEUX	: membre du jury
Louis EECKHOUDT	: examinateur externe

Thèse acceptée le: 06 décembre 1994

SOMMAIRE

Avant de pouvoir débloquer des fonds pour un projet quelconque, une entreprise (privée ou publique soit-elle) devrait -selon le principe de la meilleure allocation des ressources- en évaluer la rentabilité. Le calcul de cette rentabilité est relativement direct et "facile" quand les volets *coûts* et *bénéfices* sont directement observables. Malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi; il existe certains projets dont le volet *bénéfices* n'est pas observable, devenant ainsi des projets à rentabilité "inconnue". Parmi ces projets on retrouve notamment tous les projets d'amélioration du réseau routier pour des fins de sécurité. Réhabiliter un réseau routier entraîne des dépenses connues et des bénéfices non quantifiables. C'est cet aspect de non quantifiabilité des bénéfices qui a attiré tout particulièrement notre intérêt. Les bénéfices dans le cas de ces projets sont constitués de vies humaines épargnées, de blessures et de douleurs (physiques et psychiques) épargnées, et ainsi de suite. Ceci étant, en voulant évaluer les bénéfices des projets d'amélioration du réseau routier (pour des fins de sécurité) on se heurte impérativement à la tâche difficile de l'évaluation de la vie humaine (et de la douleur).

Dans la première étude, nous revoyons la littérature traitant de la valeur de la vie, et confrontons les deux principales approches: celles du capital humain et de la disposition à payer (DAP). Alors que la première est critiquée pour son caractère *ad hoc*, notre choix porte sur la deuxième (DAP), qui puise ses fondements dans la théorie économique.

Dans la deuxième étude nous utilisons un modèle de maximisation de l'espérance d'utilité (avec dépendance par rapport aux états de la nature), avec et sans aléa moral, pour étudier l'assurance, la sécurité et la disposition à payer pour celle-ci. Nous commençons par déterminer les montants optimaux de ces concepts, pour élaborer ensuite sur leur statique comparée (par rapport à la richesse et la probabilité d'accident). De façon générale, les résultats de celle-ci dépendent en grande partie des grandeurs relatives des mesures d'aversion absolue pour le risque dans les deux états de la nature. Aussi, nous avons montré que la valeur de la disposition à payer était au moins égale au coût de la douleur en plus de la perte financière (en cas d'accident).

La troisième étude porte sur l'élaboration et les résultats d'un questionnaire sur la DAP pour la sécurité routière à Montréal. Nous avons trouvé que la DAP augmentait avec le niveau de la probabilité conditionnelle (décès s'il y a accident). Des concepts

tels les *droits de propriété* et l'*effet de certitude* se sont avérés importants et significatifs dans la détermination des DAP. Enfin, une différence majeure dans la valeur de la vie humaine s'est manifestée à travers les différents scénarios du questionnaire¹. Nous avons expliqué cette différence en mettant d'une part l'accent sur le caractère non marginal des variations de probabilités, et d'autre part en montrant la non linéarité (pour les scénarios qui font "défaut") de la fonction de la DAP par rapport à la probabilité d'accident (pour des baisses de probabilité).

Dans la quatrième étude, les données de la même enquête servent à effectuer des tests sur $U(y)-V(y)$ et $U'(y)-V'(y)$, en se basant sur un modèle théorique spécifique². Le paramètre $(U-V)$ est positif et significativement différent de zéro, rendant ainsi nécessaire l'analyse de certains types de risques en termes d'utilités dépendantes des états de la nature. Le signe positif de $(U-V)$ explique que -pour un même niveau de revenu- l'individu reçoit plus de satisfaction s'il est non accidenté que s'il subit un accident. Étant positif et significativement inférieur à U' , le paramètre de V' suppose que l'utilité marginale en cas d'accident est inférieure à celle en cas de non accident; cette conclusion nous amène à dire que la couverture optimale d'assurance devra être inférieure à 100% pour les risques routiers. Aussi, nous avons trouvé que les paramètres de U'' et V'' ² sont significativement différents de zéro, indiquant une possible non linéarité dans le modèle. Leurs signes négatifs confirment ainsi la théorie selon laquelle les fonctions d'utilités marginales sont décroissantes, ou l'aversion pour le risque. Enfin, en introduisant la probabilité conditionnelle dans le modèle, nous avons obtenus les mêmes résultats qualitatifs que ci-dessus, avec en plus le coefficient de l'utilité marginale en cas de mort, M' , qui est non significativement différent de zéro. Ce paramètre est assez ambigu du point de vue interprétatif, sauf pour le cas des célibataires et des individus sans personnes à charge, où on s'attendrait à avoir un M' égal à zéro.

MOTS-CLEFS: Disposition à payer; Risque; Sécurité routière; Valeur de la vie; Utilité; Aléa moral.

¹ Un scénario est une combinaison de risque de base (accident) et de risque conditionnel (mort en cas d'accident).

² U et V représentent respectivement les fonctions d'utilités en cas de "non accident" et en cas d'accident; U' et V' sont leurs dérivées (utilités marginales); U'' et V'' sont les variations des utilités marginales U' et V' .

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	i
Table des matières	iii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	xii
Remerciements	xiii
Dédicace	xiv

Étude n° 1	1
-------------------------	----------

REVIEW OF SOME THEORETICAL AND EMPIRICAL MODELS THE VALUATION OF LIFE AND SAFETY

Introduction: History of Human Valuation	2
1. Human Capital Approach	2
1 Formal Representation of the Human Capital Approach to the Valuation of Human Life	7
1.1 The Gross Output Estimate	7
1.2 The Net Output Estimate	8
2. The Political Process method	9
3. Willingness to Pay Approach	11
3.1 The Theoretical Setting	12
3.1.1 Mishan's Contribution	12
3.1.2 Drèze's model	13
3.1.2.1 The Simple Model	14
3.1.2.2 The model With Safety Expenditure	15
3.1.3 Jones-Lee's Model	16

	iv
3.1.3.1 The simple model	17
3.1.3.2 Introduction of the importance of initial risk	19
3.1.4 Cook and Graham's Model	21
3.1.4.1 The Model	21
3.1.4.2 Introduction of insurance	23
3.1.4.3 Valuing risk reductions	25
3.1.4.4 Bounding values of life and safety	28
3.2 Empirical Estimates of the Willingness to pay Approach	29
3.2.1 Implicit values from the Markets	29
3.2.1.1 The labour Market	29
3.2.1.2 The good Markets	20
3.2.2 The Questionnaire Method	31
Conclusion	34

Étude n° 2 35

DISPOSITION À PAYER AVEC ET SANS ALÉA MORAL

Introduction	36
Notation du modèle	37
Les hypothèses	38
1. Analyse en absence d'aléa moral	39
1.1 Le montant optimal d'autoprotection	40
1.2 Le montant optimal d'assurance	41
1.2.1 Différentes approches quant à la solution du montant d'assurance	44
1.2.1.1 L'approche des états dépendants	44
1.2.1.2 L'approche de la perte monétaire équivalente	45
1.2.1.3 Approche des états de santé	47
1.2.2 Récapitulation	49
1.3 Déductions au niveau de la DAP (Disposition à payer)	49

1.3.1	Interprétation de la DAP	50
1.3.2	Proposition (1)	51
1.4	Statique comparative appliquée à l'assurance	53
1.4.1	Assurance et richesse	53
1.4.2	Assurance et probabilité	55
1.5	Statique comparative appliquée à la sécurité	57
1.5.1	Sécurité et richesse	58
1.5.2	Sécurité et probabilité	60
1.6	Statique comparative appliquée à la DAP	63
1.6.1	La DAP et la richesse	64
1.6.2	La DAP et la probabilité	67
2.	Analyse avec aléa moral	70
2.1	Montant optimal d'autoprotection	70
2.2	Montant optimal d'assurance	74
2.3	Statique comparative appliquée à la sécurité	80
2.3.1	La sécurité et la richesse	80
2.3.2	La sécurité et la probabilité	83
2.4	Statique comparative appliquée à la DAP	85
2.4.1	La DAP et la richesse	85
2.4.1	La DAP et la probabilité	86
	Conclusion	86

Étude n° 3 88

QUESTIONNAIRE: APPLICATION DU CONCEPT DE DISPOSITION À PAYER AU DOMAINE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

	Introduction	89
1.	Transition de la théorie au questionnaire: quelques remarques	91
1.1	Problèmes de mesure	91
1.2	Effets séquentiels	92

1.3 Les effets des niveaux de risque et des changements	92
1.3.1 Niveaux de risque	92
1.3.2 La taille du changement de risque et le risque conditionnel	93
1.4 Les droits de propriété (ou droits acquis)	94
1.5 Caractéristiques du risque	94
1.6 Contexte du risque	95
1.7 Points d'arrivée du risque	95
1.8 Évaluation hypothétique et révélation des valeurs de risque	95
1.8.1 Le format de la question	96
1.8.2 Les perceptions et l'information	97
2. Élaboration du questionnaire	98
2.1 Procédures d'échantillonnage	98
2.1.1 Population cible	98
2.1.2 Base de sondage	99
2.1.3 Cueillette des données et résultats administratifs	100
2.2 Développement du questionnaire	101
2.2.1 Le plan du questionnaire (et les scénarios du questionnaire)	101
2.2.2 Les aides visuelles	104
2.2.2.1 L'échelle des risques	104
2.2.2.2 Les cercles de probabilités:	106
2.3 Région d'étude et sa population	107
2.3.1 Objectifs de localité	107
2.3.2 Choix des points noirs	107
2.3.3 Caractéristiques socio-économiques de la population et de l'échantillon	111
2.3.4 Perceptions des risques et comportements face aux risques	114
2.3.4.1 Connaissances des risques d'accidents routiers .	114
2.3.4.2 Sensibilité aux accidents de la route	116
2.3.4.3 Perceptions des risques	122
2.3.4.4 Efficacité des organisations	131
2.3.4.5 Comportement face au risque	132

3. Impacts des caractéristiques du risque sur les DAP pour des baisses de risque	139
3.1 Statistiques sur les DAP	139
3.2 La prise en compte des "droits de propriété"	143
3.3 Effet de certitude	148
3.4 La valeur intrinsèque (ou de l'apparence) du réseau routier.	150
3.5 Déduction de la valeur de la vie	152
3.5.1 Tests de linéarité de $V(p)$	157
3.5.1.1 Cadre d'analyse	158
3.5.1.2 Les propriétés de $V(p)$	160
3.5.1.3 Relations entre V et P_1 pour des fonctions $u(w)$ exponentielles et homogènes	164
3.5.1.4 Application	165
4. Modèle avec régression	171
4.1 Rôle des variables de risque	172
4.2 Rôle de la variable de santé et des antécédents familiaux	172
4.2.1 La variable de santé	172
4.2.2 Histoire familiale des accidents de la route	173
4.3 Quelques remarques sur la régression	174
4.3.1 Forme de la fonction DAP	174
4.3.2 Les observations manquantes	174
4.4 Régression pour les baisses de risque	175
4.4.1 Modèle "sans" points noirs	175
4.4.2 Modèle "avec" points noirs	179
4.4.3 Le modèle avec regroupement	181
Conclusion	183
Annexe	
Questionnaire	186

Étude n° 4	235
-------------------------	-----

TESTS SUR LES FONCTIONS D'UTILITÉ

Introduction	236
1. Le modèle simple	236
1.1 Expansions de Taylor de premier ordre	237
1.1.1 Modèle théorique	237
1.1.2 Estimation économétrique	238
1.2 Expansions de Taylor de second ordre	242
1.2.1 Le modèle théorique	242
1.2.2 Résultats empiriques	243
2. Le modèle avec probabilité conditionnelle	244
2.1 Modèle avec expansions de Taylor de premier ordre	244
2.1.1 Modèle théorique	245
2.1.2 Résultats empiriques	246
3. Le modèle avec activités d'autoprotection.	248
3.1 Spécification du modèle	248
3.2 Résultats et interprétation	249
Conclusion	251

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE	253
-------------------------------------	-----

LISTE DE TABLEAUX

ÉTUDE NO 2

TABLEAU I	Récapitulation de la statique comparative	69
-----------	---	----

ÉTUDE NO 3

TABLEAU I	Résultats administratifs	100
TABLEAU II	Nombre d'observations des différents points noirs	102
TABLEAU III	Distribution de l'échantillon suivant les versions	103
TABLEAU IV	Liste des 63 sites classés selon l'indice Kentucky 1984-1986	110
TABLEAU V	Caractéristiques socio-économiques de la population cible et de l'échantillon	112
TABLEAU VI	Connaissance des accidents de la route au cours des 3 dernières semaines	115
TABLEAU VII	Nombre des accidents de la route connus	115
TABLEAU VIII	Lieu de l'accident de la route le plus récent	115
TABLEAU IX	Classement des problèmes selon l'ordre de priorité	118
TABLEAU X	Différentes causes de mortalité classées selon la probabilité subjective du répondant	120
TABLEAU XI	Degré de gravité du problème "accidents de la route"	120
TABLEAU XII	Les causes des accidents de la route	123
TABLEAU XIII	Risques annuels de certaines causes de mortalité révélés à partir de l'échelle des probabilités	126
TABLEAU XIV	Probabilités subjectives et objectives (sur 10^5) de différents événements proposés	127

TABLEAU XV	Probabilités subjectives de la mortalité suite aux accidents de la route (sur 100 000)	129
TABLEAU XVI	Probabilités subjectives classées de la mortalité suite aux accidents de la route (sur 10 ⁵)	130
TABLEAU XVII	Efficacité des autorités face aux accidents routiers	132
TABLEAU XVIII	Nombre de kilomètres parcourus au cours des douze derniers mois	133
TABLEAU XIX	Fréquences de respect du signal d'arrêt des conducteurs et du feu vert pour piétons	133
TABLEAU XX	Fréquences de respect des limites de vitesse	135
TABLEAU XXI	Comparaison de sa propre vitesse avec les autres conducteurs	135
TABLEAU XXII	Fréquences de choix de l'itinéraire le plus sécuritaire	136
TABLEAU XXIII	Évaluation subjective de l'état des pneus des véhicules des répondants	137
TABLEAU XXIV	Fréquences d'utilisation de la ceinture de sécurité	138
TABLEAU XXV	Statistiques sur les DAP mensuelles pour des baisses de risque (DAP nulles incluses et exclues)	141
TABLEAU XXVI	Tests de comparaison des DAP pour des réductions de risque de $A \Rightarrow B$ et de $B \Rightarrow C$	141
TABLEAU XXVII	Analyse de la variance des DAP pour des réductions de risque ($A \Rightarrow B$ et $B \Rightarrow C$)	144
TABLEAU XXVIII	Statistiques sur les DAP mensuelles pour éviter des accroissements de risque (droits de propriété) et pour réduire le risque à zéro (certitude)	145
TABLEAU XXIX	Tests de comparaison des DAP pour des réductions et d'augmentation de risque	147
TABLEAU XXX	Tests de comparaison des DAP pour des réductions de risque ($A \Rightarrow B$) et pour la certitude ($B \Rightarrow 0$)	149
TABLEAU XXXI	Statistiques sur les DAP pour l'apparence	151
TABLEAU XXXII	Déduction de la "valeur de la vie" suivant la version 2 (les DAP nulles sont exclues)	154
TABLEAU XXXIII	Déduction de la "valeur de la vie" suivant la version 2 (les DAP nulles sont incluses)	155

TABLEAU XXXIV	Déduction de la "valeur de la vie" suivant la version 1 et 3 (les DAP nulles sont incluses et exclues)	155
TABLEAU XXXV	Fréquences des évaluations subjectives de l'état de santé	173
TABLEAU XXXVI	Définition des variables	176
TABLEAU XXXVII	Modèles des DAP pour des baisses de risque (A-B) (sans points noirs)	177
TABLEAU XXXVIII	Modèles des DAP pour des baisses de risque (A-B) (avec points noirs)	180
TABLEAU XXXIX	Modèles des DAP pour des baisses de risque (modèles avec regroupement)	182

ÉTUDE NO 4

TABLEAU I	Le modèle simple: estimation non linéaire des expansions de Taylor de premier ordre	240
TABLEAU II	Le modèle simple avec expansions de Taylor de second ordre	243
TABLEAU III	Le modèle avec probabilité conditionnelle	247
TABLEAU IV	Modèle avec activités d'autoprotection	250

LISTE DES FIGURES

Étude no 1

Figure 1	Compensating variation with respect to p	19
Figure 2	Wealth and the probability	26

Étude no 2

Figure 1	Utilités (a) et utilités marginales (b) quand $V'(s) = U'(s)$	41
Figure 2	Utilités (a) et utilités marginales (b) quand $V'(s) < U'(s)$	42
Figure 3	Utilités (a) et utilités marginales (b) quand $V'(s) > U'(s)$	43
Figure 4	Représentation de la perte monétaire équivalente	45
Figure 5	Utilités marginales quand $\bar{V} = \bar{U}$	46
Figure 6	Utilités marginales quand $\bar{V} < \bar{U}$	46
Figure 7	Utilités marginales quand $\bar{V} > \bar{U}$	47
Figure 8	Représentation de l'approche des états de santé	48
Figure 9	Assurance en fonction de la richesse et de la probabilité	57
Figure 10	Coût marginal et bénéfice marginal d'autoprotection - Solution en coin	71
Figure 11	Coût marginal et bénéfice marginal en fonction de Δq	72

Étude no 3

Figure 1	Forme théorique de $V(P)$	159
Figure 2	Forme de $V(P)$ pour la version 2 suivant les valeurs de $\Delta P'_1$ (RR = 2)	166
Figure 3	Forme de $V(P)$ pour la version 3 suivant les valeurs de $\Delta P'_1$ (RR = 2)	167
Figure 4	Forme de $V(P)$ pour la version 2 suivant les valeurs de $\Delta P'_1$ (RR = 5)	168
Figure 5	Forme de $V(P)$ pour la version 3 suivant les valeurs de $\Delta P'_1$ (RR = 5)	169

REMERCIEMENTS

Cette thèse a été le fruit d'un travail de longue haleine, qui était dur et semblait interminable par moments, mais qui a fini par aboutir. Heureusement que durant cette période j'ai pu trouver les encouragements nécessaires de la part de mes amis, que je remercie.

Non moins importants ont été les encouragements de mon directeur de thèse, M. Georges Dionne. Je le remercie vivement pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour sa disponibilité et pour sa grande compréhension des sujets liés à l'incertitude qu'il a su me transmettre.

Je suis également reconnaissant envers le Centre de recherche sur les transports de l'Université de Montréal, en particulier ses programmes d'actions structurantes et d'action concertée en sécurité routière FCAR-MTQ-SAAQ, ainsi que le laboratoire sur la sécurité des transports, pour leur support financier.

Je tiens aussi à remercier la direction du département de sciences économiques de l'Université de Montréal pour m'avoir donné l'opportunité d'enseigner et de connaître l'"autre" côté du bureau. Mes remerciements s'adressent aussi au personnel administratif dont la bonne humeur et l'efficacité m'ont facilité ma "tâche" d'enseignant.

J'aimerais mentionner M. Jean Bayard, de la firme de recherche SOM inc., dont j'ai apprécié les conseils judicieux lors de l'élaboration du questionnaire.

Enfin, je ne pourrais passer sous silence l'expression de ma profonde reconnaissance envers mon amie, Marie-Cécile, qui, plus que toute autre personne, n'a cessé de m'encourager et de me supporter moralement pendant la durée de cette thèse.

A mes parents
qui vivent des moments difficiles,
dans un pays en crise.

Étude n° 1

**REVIEW OF SOME THEORETICAL AND EMPIRICAL MODELS
OF THE VALUATION OF LIFE AND SAFETY**

REVIEW OF SOME THEORETICAL AND EMPIRICAL MODELS OF THE VALUATION OF LIFE AND SAFETY

INTRODUCTION: HISTORY OF HUMAN VALUATION

The only valuation that existed in the past (before 3 000 B.C.) concerned the slaves. Their values (prices) were determined by the confrontation of supply and demand of slaves.

The valuation of freemen came as early as 3 000 B.C. where the Sumerians placed money values upon the lives of all people in the nation (both free and slave). That activity had two purposes: penalize murder and homicide, and give power and prestige to a nation. However, the first records of public monetary valuations of citizens came from the civilizations of Babylonia and Assyria.

In middle age societies each man was given a definite value according to his rank and wealth.

The modern estimates of the valuation of life go as far back at least as Sir William Petty in the seventeenth century who estimated the per capita value of the people of England to be between £ 60 and £ 80. We can say that the methodology applied by Sir William Petty is the ancestor of the one applied in the human capital approach which will be discussed below.

1. HUMAN CAPITAL APPROACH

Economists have been long aware that human beings ought not to be considered as a labour force only. Indeed, in the writings of Adam Smith in the eighteenth century this awareness was already apparent. However during two centuries, economists have frequently chosen to avoid the "complications" associated with the acceptance of this concept. As a result, the concept of human capital has been slow to develop and the necessary theoretical and applied work required for the concept to gain acceptance was even slower.

In 1885, William Farr estimated the money value of a man, or value of the future earnings and the cost of maintenance of an agricultural labourer for different ages. His average per capita valuation approximated £ 300 for this class of workers. In about the same time Sir Robert Giffen estimated the value of human lives lost in the Franco-Prussian war at about £ 600 per capita. In 1895, professor Marshall estimated that the average cost of production of an individual was probably £ 300. The most elaborate work in those years was done by M. Barriol in 1910; his work concerned several countries, and he obtained high and low estimates: the high values were complex and the low ones were confined usually to the cost of production and maintenance of an individual over a period of years, subtracted from his expected earnings during his lifetime. In the same year professor Fisher applied Farr's method of human valuation to American lives assuming an average annual wage of \$ 525 for the population of wage earning age, and found the average worth of an adult twenty years of age to be approximately \$ 4 000, and the average economic value of an inhabitant of the United States to be \$ 2 900. In 1919 Dr F.S. Crum estimated the money value of the population as follows: he estimated the approximate normal expectation of working years of life to age seventy two, for males and females separately, based upon the population of 1910 and the mortality for the three years 1909-1911. His estimated net economic worth of these lives to society was based upon the returns to wage earners in 1919. In estimating the cost of road accidents, D.J. Reynolds (1956) explained that this cost, which is a burden to society, may be considered in two parts: i) the pain, fear and suffering imposed by the occurrence of road accidents and ii) the net loss of output of goods and services due to death or injury, and the necessary to repair the effects of accidents, like medical expenses, vehicle repairs and costs of administration. He then wrote that "It is beyond the competence of the economist to assign objective values to the losses suffered under i)" (p. 393). His study was confined only to the estimation of the concrete values in "ii" above. While damage to property, medical and administrative costs can be calculated almost directly, the loss of net output due to death or injury was estimated as follows: In evaluating the loss from death, the first stage is to calculate the expected working life of people in each age group (for men and women separately); then we multiply those amounts for each age group

by the average annual output per head, from which is deducted the annual average consumption per head to give the net loss of output due to the death of each member of each age group. This is multiplied by the number of deaths in each age group (ex-post) to give the total net loss from death in each age group. Those losses are then discounted by an appropriate rate of interest over an appropriate period, to give the present value of the net loss of output due to deaths from accidents in 1952. Before calculating the loss of output from injury it was necessary to know:

- The number of people prevented from working for any period as a result of injury in road accidents.
- The period of time for which they are prevented from working.
- The number of people still suffering from some disability when they return to work.
- The duration of this further disability.
- The extent to which it reduces their output.

To estimate the total cost of road accidents in Great Britain in 1952, Reynolds summed up all the different types of costs (damage to property + cost of medical treatment + administrative cost of motor insurance + net loss of output due to death + net loss of output due to injury) to obtain £ 72 million (\pm £ 15 million). We can say at first glance that Reynolds assumed a constant age/sex occupational structure and a stagnant output (and consumption), so that his method is valid only in the very short run (concerning the methodology, we will say more about it later).

The paper of Abraham and Thédié (1960) was more complete than that of Reynolds' because they tried to estimate -even if their estimate was not convincing- what they called the sentimental component along with the economic component, those two parts resulting from a loss of human life or injury. In their theoretical framework sustaining the estimation of the net loss of output (which is one part of the economic component) they took account of the rate of survival and the rate of still working people for each age and occupation, and they assumed that production and consumption variations with respect to age and time are known. However, in their estimation they replaced the occupation structure by sex groups, and

assumed that production and consumption are not correlated with age so that each individual participates to the net national product proportionately to his wage rate. They assumed also that production and consumption increase at a constant rate of 3% annually. The conception of the sentimental component was divided into several elements:

- 1- prejudice to the kin and relatives
- 2- prejudice to the nation (except relatives)
- 3- "pretium doloris" to compensate the injured for the pain suffering
- 4- prejudice to amenities, which is attributed to surviving victims to compensate them for the loss of enjoyment of life. An example of this is an injured person who lost his left hand and who's hobby is playing violin.
- 5- "pretium vivendi": since the problem concerns avoiding future accidents, this fifth prejudice means the price of living of those who are threatened.

Concerning the attempt of the estimation of the sentimental component, the authors used the information (compensations) revealed by court judgments; nonetheless, we cannot find all the different kinds of prejudices in this source of information: the prejudice to the nation and the "pretium vivendi" could not be found in court judgments, so the authors proposed amounts by reference to other available indemnities. The prejudice to relatives was an average of the different indemnities given to people with different family status. The "pretium doloris" is not always attributed. The prejudice to amenities could be either very high or very low (almost none) so that calculating an average value does not mean very much. For the last two prejudices the authors gave corresponding amounts which they consider as reasonable.

Finally, the authors arrive at a "global estimation" of the losses resulting from the death of an "average" victim of road hazards, which is simply an addition of the economic and the sentimental components. This implicitly supposes equal weights for the two components, but we don't have to adopt this weighting because it is purely arbitrary. One thing that is worth noting however, is that the authors admitted that there could be no loss of production in case of death (or injury) when

there is unemployment, and that, in the long term this loss can be lowered or raised depending on the demographic situation of the nation (over populated or underpopulated country respectively).

In his paper on the "Evaluation of Human Capital", Weisbrod (1961) presents the results of calculations of values of male human assets for the year 1950. On conceptual grounds he views the value of a person in terms of his marginal productivity. He neglects the sentimental component of this value because it is difficult to measure. The next concept he stresses on is that of society; various definitions are available and the one he retains is that of the entire population excluding the person whose value of life is to be calculated. Then, if the interest is on a person's value to society (others), it should be measured by any excess of his contribution to production over what he consumes from production (net output approach). If, alternatively the definition of society is to include the person being valued, it would imply a measure of value as gross productivity (gross output approach). In his empirical work, Weisbrod used earnings as a proxy for the marginal product, and he defined the present value of a man at any given age as his discounted expected future earnings stream (net of his consumption if the net output approach is used). The author assumes 95% (full) employment, used median earnings by age because mean earnings (which are closer to marginal product) were not available. For the net output approach to be used it was necessary to have figures on consumption. In general, the figures used in economics of a person's consumption have been in terms of an average consumption per family member; but what appears to be needed for estimating human capital values is a marginal measure, that is a measure of the change in family consumption associated with a change in family size. Estimations of individual marginal consumption were not possible because it was difficult to impute consumption expenditures to each family member. This led Weisbrod to treat consumption as a family phenomenon. He computed the marginal consumption associated with a typical person of each age as a weighted average of the marginal consumption for a person in each size of family, each consumption figure being weighted by the relative frequency with which a person at that age is found in each size of family. Even if this method is appealing because of the somewhat "new" concept of marginal consumption,

Weisbrod is aware of its limitations over time as a result of using cross-section data, and that his "computations are of human -capital values under static age-specific conditions" (p. 428).

1.1 The Formal Representation of the Human Capital Approach to the Valuation of Human Life:

The principle of this approach is to value life in terms of the values of labour (and consumption). Adequate data concerning lifetime earnings, participation rates in the labour force and mortality rates are used in mostly all the works done on this subject; sometimes allowance is made for the expected growth in real earnings (and consumption). Finally the adjusted stream of life-time earnings is discounted to convert it into present value terms.

The general framework of the approach can be built as follows:

If an individual is saved from death at a particular moment, then thereafter he will continue to be a producer. What he produces is of value to society and his value will be that of his production. Keeping the same reasoning if the individual dies, the community will lose his expected future output. There is two ways of calculating this output:

1.1.1 The Gross Output Estimate

$$L_{1a} = \sum_{n=a}^{\infty} Y_n P_a^n (1+r)^{-(n-a)} \quad (1.1)$$

where:

L_{1a} : present value of expected future earnings at age a;

Y_n : expected gross earnings of the person at age n;

P_a^n : the probability of a person of age "a" being alive at age n;

r : the rate of discount.

Equation (1.1) is a simple formulation of human life value; adjustments for the rate participation in the labour force and rate of growth of real output can still be incorporated in the formula above. The gross output estimate is usually adopted to indicate the benefits to be derived from saving someone from death. This is an "ex-ante" standpoint where the individual involved is relevant because if his life is saved, then he will continue to be a member of society, will continue to enjoy consumption, and his consumption will therefore be part of the benefit to society; consumption of the individual is therefore not deducted in this case.

Given that the use to be made of the value is in valuing the benefits from investments in life-saving programs the gross output figure is to be used.

1.1.2 The Net Output Estimate

$$L_{2a} = \sum_{n=a}^{\infty} (Y_n - C_n) (1+r)^{-(n-a)} \quad (1.2)$$

where C_n is the expected personal expenditure of the person at age n .

The net output estimate is usually adopted to provide some estimate of the loss involved in the death of an individual. The reasoning behind such estimate is that when an individual dies the rest of society loses the difference between what he would have produced and what he would have consumed. Consumption is deducted because that person is no longer a member of society and therefore we can no longer talk of a loss to that individual who no longer exists; This is an "ex-post" standpoint where the individual involved (dead) is not relevant. If we want to estimate the loss to society from the deaths in road accidents in the past years, then the net output figure is to be used.

The advantages of the human capital approach is that it is simple and broadly used until recently (so that we have data and numerous ways of using it). However, the main objection of this approach is that it is not measuring the value of life (or the

value of a reduction in risk of death), but it measures livelihood, this distinction being made by Schelling (1968). We can accept the gross output estimate interpretation of the human capital approach under two conditions: first, that the criterion adopted (marginal product or earnings) turns on the value of its contribution to GNP, second, that the sole goal of society is to maximise GNP (and not welfare). Since we have some reserves about those two conditions, and especially the second one, we think that the human capital approach (or the gross output estimate) is invalid. The net output estimate interpretation of the human capital approach is not acceptable because it would lead at best to society refusing to raise a finger to aid elderly non producers, and at worst to a policy of killing off the old (who have a negative L_{2a} measure). This method is not satisfactory on economic grounds because it has no regard for the feeling of the potential victims. It restricts itself to the interest only of the surviving members of society; it ignores society ex-ante, and focuses on society ex-post. For all these reasons it would seem legitimate to look for other approaches to valuing lives.

2. THE POLITICAL PROCESS METHOD

The standpoint of this method is as follows: since society, through its political process takes decisions on the allocation of resources to -and the deployment of resources within- life-saving areas, an implicit value of human life can be calculated. If a single value can be identified, then it can in future be used explicitly through the public sector to aid decision making in all areas concerned with life-saving. If a range of values emerges, then posing an assumption that all lives are equal, we can attempt to narrow the range of implied values. If there is a wide dispersion, then to take a mean or median values would be meaningless. Nonetheless, we can correct the extreme values in the range by knowing that either too many or too few resources were being devoted to some life-saving areas relative to other areas being considered. The difficulties arising from such method can be found at different levels:

- i) An examination of some implied values in various fields reveals a wide range

of implied values of life not only as between different sectors but also within the same sector.

- ii) The non homogeneity of lives, in the sense that attitudes to death may vary according to circumstances -death from cancer may be thought more horrible (and consequently of greater value when avoided) than death in road accidents which is instantaneous. It follows from this that using common units of lives saved as an output of life-saving programs may be unrealistic because some lives are worthier than others. Thus, this issue of "non homogeneity" of lives saved means that we would expect several values to emerge.
- iii) A "yes or no" type decision taken by the public decision maker will result in a minimum or a maximum implied values of life. This case occurs because the question asked is not a "how much" one (which gives us a maximum amount) but "yes or no" one (which gives us either a minimum or a maximum or any other value). If a decision is taken in some field we know that the decision maker accepted to spend the sum in question and this value is at least a minimum one. There is no way of moving from this minimum value to a maximum (or any other values).
- iv) The joint benefits arising from a particular policy complicate the estimation of the value of life. It is often the case that the benefits of a particular project will extend beyond those of simply life-saving.

Applications of this method can be found in the public health sector, deployment of energies and material resources to save children lost in forests, life-long support programs for babies who are born with some permanent deficiency (who will never be able to support themselves), improvements in road safety programs, and court awards.

In the political process method, the government attempts to reflect the views and preferences of the public. Since there is a partial reflection of consumer sovereignty, the political process approach has a distinct advantage over the human capital approach. Parallel to this advantage there are practical difficulties in deriving the implicit values at the margin in different situations. More than that, there are good reasons for expecting the values to differ for various circumstances and not to be

based on a single value of life. In the areas in which government is concerned with the saving of life we must doubt whether the basis for decision-making is sufficiently rational to allow that anything like consistent values will emerge. Note that there is a certain "vicious circle" linked to the method as Mishan (1971, p. 690) notes «where the outcome of the political debate calls upon the economist to provide a quantitative evaluation of the project under consideration, the economist fails to meet his brief insofar as he abandons the attempt to calculate any aspect of the project by reference to an economic criterion and, instead, attempts to extricate figures from previous political decisions». By recourse to such a method the non consistent values mentioned above will tend to be endorsed, and then there will be deficiency integrated in the political process of decision making, and being reproduced whenever a public decision concerning life-saving field is taken.

Because democratic voting alone does not necessarily determine whether a particular safety project is to be adopted, governments do not represent fully consumer sovereignty. Mentioning also that western democracies are not representative of all the people's political ideas (e.g. in the United States of America there is only two official political parties) it is hard to assume that elected parties represent consumer preferences. Trying to be closer to those preferences, we will present a preferred valuation methodology, which is called the *willingness to pay approach*.

3. WILLINGNESS TO PAY APPROACH

After appraising the previous methods for valuing lives we can say that those efforts have been somewhat misconceived. Up to now, there is no single method which is wholly satisfactory. Nonetheless, we think that the willingness to pay approach will lead us along the right path. In the first part of this section we will consider the approach from a conceptual and theoretical point of view, while in the second part we will review some of the empirical developments and applications.

3.1 The Theoretical Setting

Schelling (1968) was the first to point out that it is the valuation of life-saving rather than life itself which is important, switching in emphasis from the human capital approach to posing the question «what is it worth to reduce the probability of death - the statistical frequency of death - within some identifiable group of people none of whom expects to die except eventually?» (p. 127).

Dreze (1962) suggested that the cost incurred by an individual to avoid a particular risk of death should be freely determined by that individual, and therefore the utility of life would reflect his preferences. For Dreze the question is not anymore «how much society is willing to pay to save the life of one of its members» but «how much I am willing to pay to save my life»: This is how the potential victim is brought into the picture. In everyday life people make tradeoffs between different levels of risk and different amounts of money; since those choices (or tradeoffs) imply uncertain consequences, their analysis is to be made within the economic theory under uncertainty, and then the expected utility theorem must be used.

The first formal work concerning the utility of life was developed by Dreze (1962): since having a dollar (or a particular good) in case of death is different - in terms of satisfaction - from having this same dollar (or this same particular good) when alive, a state dependent utility was introduced in the usual expected utility model.

3.1.1 Mishari's Contribution

Mishari's contribution (1971) is in placing the valuation of life in the theoretical framework of cost-benefit analysis. He criticized the previous methods because none of them is consistent with the rationale of the economic calculus used in cost-benefit analysis. If a particular project is undertaken, it will have some positive (good) effects on one part of the population and some negative (bad) effects on the other part of that same population. Each person "j" of the first group will rather pay up to a maximum amount " V_j " than forgo the project (V_j has a positive sign in this case). Each other person "j" of the second group will accept a minimal sum " V_j " to

put up with the project (V_j has a negative sign in this case). The rationale of the cost-benefit analysis is that there is a potential Pareto improvement derived from the project if:

$$\sum_{j=1}^n V_j > 0$$

where "n" is the population affected by the project.

In cost benefit-analyses of risky projects (or goods) we have to correct for the benefit side with the subtraction of the monetary equivalent of the risk involved. However, Mishan argues that it is not correct to do this for all types of risk, and that we should do it for involuntary risks but not for voluntary ones. Some people may chose to buy a product (or a facility) that contains some risk known to them (subjectively). While evaluating the benefit of such goods (i.e. the area under the demand curve) we find it net of such risk, because people have already subtracted such risks before formulating their demand in the market; Thus any further subtraction of such risks would entail double counting. While voluntary risks can be avoided by simply refusing to avail oneself of the risky good, the involuntary ones cannot be avoided, and that's why a special provision for them has to be made in the benefit side.

Mishan has done his analysis relative to an increase in risk, but he mentioned that the application of his analysis to a reduced risk of death, and to a reduced risk of injury and disease is symmetrical in nature to that of the analysis above (in nature means opposite signs of V_j 's).

3.1.2 Drèze's model

We will see first a simple model and then complicate it by introducing safety expenditures.

3.1.2.1 The Simple Model

Let:

p : subjective probability of death

W_L : wealth of the individual if he is alive

W_D : wealth of the individual (or his family) if he dies

$U_L(W_L)$: utility of wealth in case of life

$U_D(W_D)$: utility of wealth in case of death

If an individual is willing to pay an amount "V" such that he will be indifferent between the complete elimination of the exceptional risk of death (p), and taking the "chance" of dying, then we can write:

$$p U_D(W_D) + (1-p) U_L(W_L) = U_L(W_L - V) \quad (1.3)$$

$$\rightarrow U_L(W_L) - U_D(W_D) = \frac{U_L(W_L) - U_L(W_L - V)}{p} \quad (1.4)$$

If we examine this equation, we can see that an increase in this amount "V" will raise the value of the numerator of equation (1.4); to keep the same differential we have in the left hand side, "p" must rise also; therefore the amount paid vary in the same sense as the intensity of the risk.

If we replace p by p' , the corresponding amount V will take the value V' such that:

$$\begin{aligned} U_L(W_L) - U_D(W_D) &= \frac{U_L(W_L) - U_L(W_L - V')}{p'} \\ &= \frac{U_L(W_L) - U_L(W_L - V)}{p} \end{aligned} \quad (1.5)$$

Then, if $p' = kp$, " V " will be greater than, equal to, or less than " kV " if the marginal utility of wealth in case of life is increasing, constant or decreasing.

3.1.2.2 The Model with Safety Expenditure

In the simple model the probabilities were exogenous; suppose now that the individual is aware of the fact that his safety expenditure influence his subjective probabilities, then " p " is a function of those expenditures that we call " V ". His expected utility will be:

$$EU = p(V) U_D(W_D - V) + [1 - p(V)] U_L(W_L - V) \quad (1.6)$$

The first order condition is:

$$\begin{aligned} \frac{dp}{dV} U_D(W_D - V) - p(V) \frac{\partial U_D(W_D - V)}{\partial W_D} - \frac{dp}{dV} U_L(W_L - V) \\ - [1 - p(V)] \frac{\partial U_L(W_L - V)}{\partial W_L} = 0 \end{aligned} \quad (1.7)$$

$$\rightarrow -\frac{dp}{dV} = \frac{\frac{p(V) \partial U_D(W_D - V)}{\partial W_D} + \frac{[1 - p(V)] \partial U_L(W_L - V)}{\partial W_L}}{U_L(W_L - V) - U_D(W_D - V)} \quad (1.8)$$

$$\rightarrow -\frac{dp}{dV} = \frac{EU'}{U_L - U_D} \quad (1.9)$$

Since EU' is positive and $U_L - U_D$ is also positive (because the individual prefers life to death) then dp/dV is negative which means that safety expenditures is decreasing with respect to p .

Let us precise that it is fully justified to measure monetary expenditures in terms of utility: to prolong his expectation of life, the individual will sacrifice the utility of the expenditures that he would have enjoyed when alive. To make a link between the work of Abraham and Thédié and that of Drèze, we can differentiate between the economic components and the sentimental components of the value of life (or the utility of life) in terms of utility: the economic components are considered in the evaluation of the wealth in case of death (lost output) such that $W_D < W_L$ is true, which implies $U_D(W_D) < U_L(W_L)$ is also true even when $U_D \equiv U_L$. The calculation in monetary terms of this economic component is $W_L - W_D$, and it will be $U_L(W_L) - U_D(W_D)$ in terms of satisfaction. The merit of state dependent utility functions appears clearly when trying to give an interpretation of the sentimental components of the valuation of life (or the utility of life) in terms of utility: those components are valued subjectively and freely by the individual, and take the value of the difference $U_L(W_L^0) - U_D(W_D^0)$ where W^0 is equal in the two states of the world; this measure will take the monetary value V^0 such that:

$$U_L(W_L^0) - U_D(W_D^0) = \frac{U_L(W_L^0) - U_L(W_L^0 - V^0)}{p} \quad (1.10)$$

This equation has the same reasoning as equation (1.4).

3.1.3 Jones-Lee's Model

Following Mishan's contribution concerning the rationale of the potential Pareto improvement, Jones-Lee (1974, p. 835) states that "The central question is the nature of the Hicksian "compensating variations" in wealth for various changes in the probability of death or injury", and the purpose of his paper was to develop a qualitative analysis of the "compensating variations".

3.1.3.1 The Simple Model

His model was very close to that of Drèze (1962) except that the wealth is not (as it is in Drèze's model) dependent on the state of the world.

Suppose an individual who possesses an expected utility function under the form:

$$EU = p' U_D(W) + (1-p') U_L(W) \quad (1.12)$$

where:

W : his wealth in the current period

p' : his probability of death during the current period.

If the individual is offered the opportunity to reduce the probability of his death during the current period from p' to p , he will be prepared to pay an amount "V" in order to effect such a probability change. The maximum amount he will pay must be such as to leave him with the same level of expected utility as in the initial situation, i.e.:

$$p U_D(W-V) + (1-p) U_L(W-V) = p' U_D(W) + (1-p') U_L(W) \quad (1.13)$$

where V is the Hicksian compensating variation in wealth whose value depends on the change in the probability of death or injury. To know how these two parameters vary with respect to each other concerning the direction and the proportionality, we will differentiate (1.13) with respect to p to obtain:

$$\frac{\partial V}{\partial p} = \frac{U_L - U_D}{(1-p) U_L' + p U_D'} \quad (1.14)$$

where:

$$U_L \equiv U_L(W-V)$$

$$U_D \equiv U_D(W-V)$$

$$U'_L \equiv \frac{\partial U_L(W-V)}{\partial V}$$

$$U'_D \equiv \frac{\partial U_D(W-V)}{\partial V}$$

We can see that this expression is similar to that of Drèze (equation 1.9). Jones-Lee states some assumptions about the utility functions which are:

$$\frac{dU_L(W)}{dW} > 0 \quad (1.15)$$

$$\frac{dU_D(W)}{dW} \geq 0 \quad (1.16)$$

$$U_L(W) > U_D(W) \quad (1.17)$$

$$\frac{dU_L(W)}{dW} > \frac{dU_D(W)}{dW} \quad (1.18)$$

From (1.15), (1.16) and (1.18) we find:

$$\frac{dU_L(W-V)}{dV} < \frac{dU_D(W-V)}{dV} \leq 0 \quad (1.19)$$

Now, from (1.17), (1.14) and (1.19) we obtain:

$$\frac{\partial V}{\partial p} < 0 \quad (1.20)$$

Which means that the individual is willing to pay a positive amount V in order to reduce his probability of death. Therefore equation (1.20) will take the form:

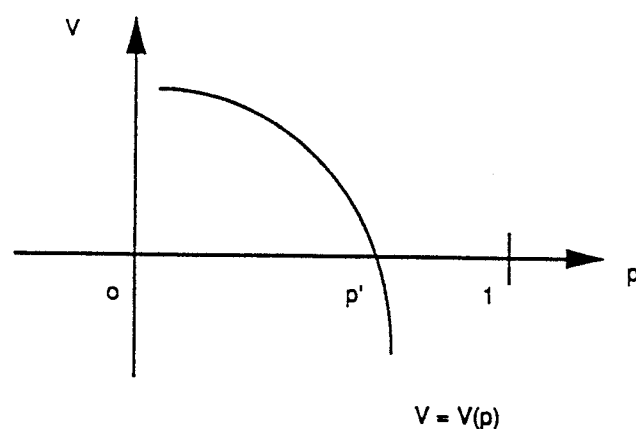


Figure 1: Compensating variation with respect to p

V will be positive for values of p less than p' (initial probability) since the individual is ready to forfeit wealth to effect improvements in safety. Conversely V is negative for values of p greater than the current probability p' since the individual will require compensation for deterioration in safety. The concavity of the figure above is determined by the derivative of equation (1.20)¹ where:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial p^2} < 0 \quad (1.21)$$

3.1.3.2 Introduction of the Importance of Initial Risk

To see how important is the initial risk in the marginal valuation of a decrease in risk, we have to know the sign of $-\partial V/\partial p$ (which is the marginal value of a decrease in risk) evaluated at p equals p' (initial risk) when we reduce the risk. This may be obtained by setting first $p=p'$ (therefore $V=0$) in equation (1.14):

¹ For a proof of this result, see Jones-Lee (1974) p. 840.

$$\left[\frac{\partial V}{\partial p} \right]_{p'} = \frac{\bar{U}_L - \bar{U}_D}{(1-p') \bar{U}'_L + p' \bar{U}'_D} \quad (1.22)$$

where:

\bar{U}_L : denotes the value of $U_L (W-V)$ evaluated at $V = 0$

\bar{U}_D : denotes the value of $U_D (W-V)$ evaluated at $V = 0$

\bar{U}'_L : denotes the value of $\partial U_L (W-V) / \partial V$ evaluated at $V = 0$

\bar{U}'_D : denotes the value of $\partial U_D (W-V) / \partial V$ evaluated at $V = 0$

Second, we differentiate the above equation partially with respect to p' :

$$\frac{\partial (\partial V / \partial p)_{p'}}{\partial p'} = \frac{(\bar{U}_D - \bar{U}_L)(\bar{U}'_D - \bar{U}'_L)}{[(1-p') \bar{U}'_L + p' \bar{U}'_D]^2} \quad (1.23)$$

From equations (1.17), (1.19) and (1.23) we obtain:

$$\frac{\partial (\partial V / \partial p)_{p'}}{\partial p'} < 0 \quad (1.24)$$

$$\rightarrow \frac{\partial (-\partial V / \partial p)_{p'}}{\partial p'} > 0 \quad (1.25)$$

Since the marginal value of a reduction in risk is given by $-\partial V / \partial p$, equation (1.25) indicates that the marginal value of a decrease in risk increases with initial risk; this means that when current (initial) risk is high we are willing to pay more to reduce it than when it is low.

3.1.4 Cook and Graham's model

Commenting on the use of insurance as a "proxy" for valuing goods and not life, Schelling (1968, p. 159) states "What makes the barn or shop easier to evaluate than a life (not livelihood) is that it is less difficult to guess what it is worth to the man who owns it. Its replacement cost sets an upper limit. Even that, though, does not directly tell the worth of a small increment in a small probability of material destruction; it is the insurability of the structure, with a policy that pays off in the same currency with which one buys replacement, that makes it possible to estimate the worth to a man of an incremental change in the risk of fire, collision, or windstorm. The difficult part of the problem is not evaluating the worth of a man's livelihood to the different people who have an interest in it, but the worth of his life to himself... This is what is not insurable in term that permit replacement. This is the consumer interest in a unique and irreplaceable good."

Cook and Graham (1977) admitted that human life is a distinct good which is irreplaceable, and developed a model of insuring irreplaceable commodities based on that of Ehrlich and Becker (1972) concerning the insurance of the goods that are valued in the market place (i.e. replaceable goods).

3.1.4.1 The Model

The model evolves in an uncertainty framework where two states of the world obtain; a state "L" in which the irreplaceable commodity " \bar{n} " is kept and a state "D" in which it is lost. The arguments of the utility function are a composite commodity (excluding the irreplaceable one) labelled W , and a random indicator " \bar{n} " which takes the value zero in case of the commodity is lost, and one when it is kept; then:

$$U(W, \bar{n} = 0) \equiv U_D(W)$$

$$U(W, \bar{n} = 1) \equiv U_L(W)$$

and

$$U_i''(W) < 0 < U_i'(W)$$

$i = L, D$

There are two ways to calculate the value of the irreplaceable commodity:

i) The compensating variation (selling price): which is the minimum compensation that would induce the individual to accept a certainty of state "D" in exchange of a certainty of state "L". It is noted $C(W)$ and respects:

$$U_D [W + C(W)] = U_L(W) \quad (1.26)$$

ii) The ransom (equivalent variation): which is the maximum amount the individual is willing to pay to exchange a certainty of state "D" for a certainty of state "L". It is noted $R(W)$ and respects:

$$U_D(W) = U_L [W - R(W)] \quad (1.27)$$

If we differentiate with respect to "W" we obtain:

$$R'(W) = 1 - \frac{U_D'(W)}{U_L'[W - R(W)]} \quad (1.28)$$

The nature of the irreplaceable commodity will depend on the sign of $R'(W)$; if:

1- $R'(W) > 0$, the commodity is normal; therefore:

$$U_D'(W) < U_L'[W - R(W)] \quad (1.29)$$

2- $R'(W) < 0$, the commodity is inferior; therefore:

$$U_D'(W) > U_L'[W - R(W)] \quad (1.30)$$

3- $R'(W) = 0$, the individual will pay nothing because he can always replace the commodity in question in case of the occurrence of state "D". In this case the commodity is replaceable, which means:

$$U'_D(W) = U'_L[W - R(W)] \quad (1.31)$$

3.1.4.2 Introduction of insurance

The standard theoretical model shows that there is full coverage insurance if the rates are actuarially fair, and the commodity is replaceable. Let us see what is the result for the irreplaceable commodity.

The maximisation problem of the risk averse individual shall be:

$$\text{MAX}_{W_D, W_L} \quad p U_D(W_D) + (1-p) U_L(W_L) \quad (1.32)$$

under the constraint:

$$W = p \bar{W}_D + (1-p) \bar{W}_L = p W_D + (1-p) W_L \quad (1.33)$$

where:

p : the probability of occurrence of state "D"

\bar{W}_i : endowed wealth in state i , $i = L, D$

W_i : financial claim contingent upon state "i" to be purchased

The budget constraint is explained by the fact that at actuarially fair rates, the risk averse individual will exchange any risky portfolio of assets (\bar{W}_D, \bar{W}_L) for a riskless portfolio (W_D, W_L) of the same expected value.

It is necessary and sufficient for (W^*_D, W^*_L) to be a solution that:

$$U'_D(W_D^*) = U'_L(W_L^*) \quad (1.34)$$

Different degrees of coverage will arise depending on the nature (normal or inferior) and the replaceability of the good:

- 1- If the good is replaceable then $R'(W_D^*) = 0$; therefore equations (1.31) and (1.34) imply:

$$W_L^* = W_D^* - R(W_D^*) \rightarrow W_D^* - W_L^* = R(W_D^*) \quad (1.35)$$

In this case, the individual has insured himself fully:

$$U_D(W_D^*) = U_L(W_L^*) \quad (1.36)$$

and is indifferent as to which state of the world occurs.

- 2- If the good is irreplaceable and normal then $R'(W_D^*) > 0$; therefore equations (1.29) and (1.34) imply:

$$W_L^* > W_D^* - R(W_D^*) \rightarrow W_D^* - W_L^* < R(W_D^*) \quad (1.37)$$

In this case, the individual buys less than full insurance:

$$U_D(W_D^*) < U_L(W_L^*) \quad (1.38)$$

and prefers the occurrence of state "L" to state "D".

- 3- If the good is irreplaceable and inferior then $R'(W_D^*) < 0$; therefore equations (1.30) and (1.34) imply:

$$W_L^* < W_D^* - R(W_D^*) \rightarrow W_D^* - W_L^* > R(W_D^*) \quad (1.39)$$

In this case, the individual overinsures:

$$U_D(W_D^*) > U_L(W_L^*) \quad (1.40)$$

because he prefers the occurrence of state "D" over state "L".

3.1.4.3 Valuing risk reductions

Suppose that an individual is initially endowed with expected wealth " \bar{W} " and a probability of loss " \bar{p} ". The expected wealth is defined as:

$$W(p) = p W_D^*(p) + (1-p) W_L^*(p) \quad (1.41)$$

Which is also the expected cost of the bundle ($W_D^*(p)$, $W_L^*(p)$), such that:

$$U_D[W_D^*(p)] = U_L[W_L^*(p)] \quad (1.42)$$

Which explains that the bundle above is bought at fair odds, and:

$$p U_D[W_D^*(p)] + (1-p) U_L[W_L^*(p)] = EU(\text{endowment}) \quad (1.43)$$

which means that -after buying the bundle- we remain with same expected utility as the endowment bundle.

According to the views of the authors, the variation of the level of wealth due to a small variation in the initial probability of loss (\bar{p}) is defined as the value of the commodity "V" in question which can be replaceable or irreplaceable. They found that⁽²⁾:

$$\begin{aligned} W'(p) &\geq 0 \\ \text{and} \\ W''(p) &\geq 0 \end{aligned}$$

² For the proof of these inequalities see Cook, J. and Graham, D.A. (1977) p. 154.

so the "indifference" curve $W(p)$ can be illustrated as follows:

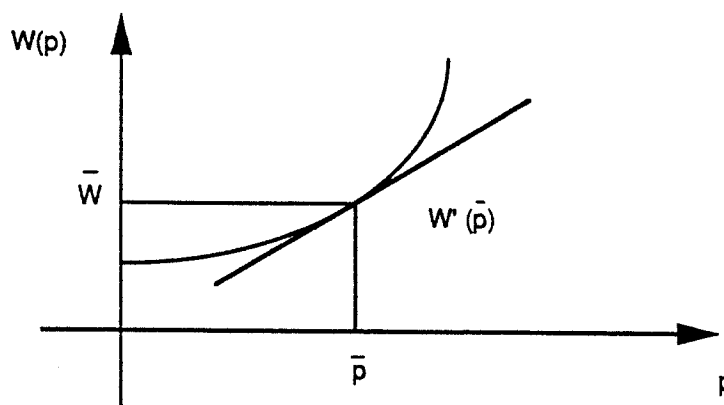


Figure 2: Wealth and probability

Its slope at (" \bar{p} ", " \bar{W} ") can be regarded as the value " V " resulting from a small (because of the definition of derivatives) reduction in p :

$$V = W'(\bar{p})$$

To find the value of " V " the authors differentiate (1.41), (1.42) and (1.43) and rearrange them to yield:

$$V = W_D^* - W_L^* + \frac{[U_L(W_D^*) - U_D(W_D^*)]}{U_L'(W_D^*)} \quad (1.44)$$

Let us reconsider the three cases viewed before:

1- If the good is replaceable, $R'(W) = 0$; therefore (see eq. (1.36)):

$$U_D(W_D^*) = U_L(W_L^*) \quad (1.36)$$

then, from (1.44) and (1.36):

$$V = W_D^* - W_L^* \quad (1.45)$$

Here the price of risk reductions can be read directly from the amount of insurance that the individual will pay at fair odds.

- 2- If the good is normal and irreplaceable, $R'(W) > 0$; therefore (see eq. (1.38)):

$$U_D(W_D^*) < U_L(W_L^*) \quad (1.38)$$

then, from (1.44) and (1.38):

$$V > W_D^* - W_L^* \quad (1.46)$$

Here the amount of insurance that would be purchased at fair odds $W_D^* - W_L^*$ understates the correct "V".

- 3- If the good is inferior and irreplaceable, $R'(W) < 0$; therefore (see eq. (1.40)):

$$U_D(W_D^*) > U_L(W_L^*) \quad (1.40)$$

then from (1.44) and (1.40):

$$V < W_D^* - W_L^* \quad (1.47)$$

Here the amount of insurance purchased at fair odds $W_D^* - W_L^*$ overstates the correct "V".

3.1.4.4 Bounding values of life and safety

If we consider life, health and safety as normal irreplaceable commodities we ought to restrain ourselves to the second case mentioned above. Let us see what are the limit values of "V" for this category of goods. If we do the same reasoning as the one we have done for the ransom $R(W)$ to the compensation $C(W)$, we find (after using the concavity of $U_D(W_D)$):

$$U_L(W_D^*) = U_D[W_L^* + C(W_D^*)] < U_D(W_D^*) + U_D'(W_D^*) [W_L^* + C(W_D^*) - W_D^*]$$

Substituting in (1.44) and (1.42) yields:

$$V < C(W_D^*) \quad (1.48)$$

Similarly:

$$U_D(W_D^*) = U_L[W_D^* + R(W_D^*)] < U_L(W_D^*) + U_L'(W_D^*) [W_D^* + R(W_D^*) - W_L^*]$$

Substituting in (1.44) and (1.42) yields:

$$V > R(W_D^*) \quad (1.49)$$

If we combine the result specific to the normal irreplaceable commodity (equation 1.37) with the boundary conditions of this same type of commodity (i.e. equation 1.48 and 1.49) we find:

$$W_D^* - W_L^* < R(W_D^*) < V < C(W_D^*) \quad (1.50)$$

This result means that, in order to have an approximate value of "V", one must know not only the amount of insurance an individual would purchase at fair odds, but also the value of the ransom $R(W)$. The fact that $V < C(W_D^*)$ means that in order

to have an economic efficiency (that is respecting this model), less than full compensation is required for tort settlements that involve irreplaceable commodities. Tort laws provide an incentive for private firms (and individuals) to invest in reducing the probability of becoming responsible for an injury or death. If courts award full compensation settlements, then this incentive is "too strong" in the sense that induced investments in safety will be larger than the efficient level.

3.2 Empirical Estimates of the Willingness to Pay Approach

There are two fields of application of the theoretical work of the willingness to pay approach:

3.2.1 Implicit Values from the Markets

This type of evidence is derived implicitly from observable individual behaviour with respects to goods and services whose markets exist. Drèze (1962) already mentioned that in everyday life, people make choices (tradeoffs) between different levels of risk and different amounts of money (saving or spending more than before). We can see people choosing risky jobs to have more money, or choose a risky mode of transportation because it is cheaper than the "normal" one, etc. Underlying these behaviours there is an implicit value of risk reduction that can be computed. We can separate this type of evidence in two different ones according to the nature of the good exchanged.

3.2.1.1 The Labour Market

For a job that is physically risky, people require a compensation through wages that are higher than those of the same riskless job. By accepting a premium for extra risk individuals reveal information about their values of life. Empirical evidence

showed that such a premium do exist. Smith (1979, p. 346) concluded -after reviewing some studies in this area- that all the works using a risk of death variable find it to have a positive statistically significant coefficient.

Thaler and Rosen (1975) estimated the premium individuals are willing to accept in the labour market for assuming extra risk of death through multiple regression analysis. They find an average implied value of life of \$ 494 000 in 1980 US dollars. Using a broader sample but a similar technique, Smith (1976) find an average value of life of \$ 2.78 million. Paying more attention to non pecuniary job characteristics other than risk of death, Viscusi (1978) find an average value of life of \$ 2.82 million. As we see there is a big difference between the values found by Smith (1976) and Viscusi (1978) on one hand, and Thaler and Rosen (1975) on the other. Some of the explanations proposed that these differences are due to problems of aggregation of risk data by industry or occupation, and some other views emphasize on the various levels of risk faced by the average worker in the samples, as the reason for this large gap in the values of life. Let us see now what are the implicit values derived in the good markets.

3.2.1.2 The good markets

Individuals reveal also their preferences (in terms of the tradeoff between risk and other desirable goods) through their consumption activities. Portney (1981) estimates the value of the reduction in the risk of death in the housing market. He combines a "conventional" property value study with an epidemiological study which relates mortality to air pollution, to get implied values of life. This value is the price of clean air, which is the coefficient for air quality in the housing equation (i.e. the conventional regression analysis) divided by the estimated effect of air pollution concentration on annual mortality rates, which is the coefficient of "total particulate" in the mortality regression (i.e. the epidemiological regression study). For the typical household, the value of life implied by residence site choice is \$ 180 000.

Blomquist (1979) develop a method for estimating the value of life from analysis of

the automobile seat belt use. He found that the value the driver places on his life increases with the use of seat belt. He found that:

$$B = dp \times V$$

where:

B : is the benefit from saving one's life

dp : the reduction in the probability of death on the highway

V : the appropriate value of life

If there are no costs other than time costs and no benefits other than mortality benefits, the implied value of life is:

$$V = \frac{TC}{dp}$$

where TC are for time costs.

However, the method used accommodates disutility costs including discomfort, inconvenience and lack of knowledge, and morbidity benefits. Blomquist (1979) arrives at a "reasonable" value of life of \$ 466 000.

Finally, we can say that deriving implicit values from the labour market or the consumption activities suppose that individuals know and perceive the change in risk of death or injury as they are calculated from data for the respective activity. Because of this confusion between perceived risk (subjective probability) and measured risk (objective probability) that the questionnaire method is gaining an increasing amount of attention.

3.2.2 The Questionnaire Method

This method was first used in order to avoid the problem with the differences between perceived and measured changes in risk. The idea is to construct a

hypothetical market for making exchanges for risk, and ask people explicitly how much they would be willing to pay for small changes in the probability of their survival. Jones-Lee et al. (1985) used a questionnaire of 1 103 full interviews. They define the willingness to pay as the marginal rate of substitution (MRS) of wealth for physical risk of death or injury. They find that the appropriate value to avoid a statistical death is given by the population average of the marginal rates of substitution. The authors estimate four different MRS which are:

m : MRS of the respondent alone

m^* : MRS of the respondent and the passengers

m_{\sim} : MRS of the average passenger

m' : MRS of the respondent and all others

In their multiple regression analysis (where the different MRS' are the dependant variables, and age, income, social class dummy... are the independent variables), the coefficients of the "age minus average age squared" "age minus average age", the income and the social class dummy variables are all significant. Nonetheless others are not (e.g. miles driven last year, accident experience dummy, missing mileage dummy...). They concluded that, taken as a whole, the valuation results of the central tendency of the estimates of the MRS confirm the prediction of theory, and the willingness to pay is an increasing concave function of the reduction in risk. They calculate an average value of the MRS of statistical life for transport risk of about £ 1.5×10^6 .

Smith and Desvouges (1987) amend the Jones-Lee's model (1974) by postulating two stage process in which the individual has a risk R of being exposed to hazardous waste, and if exposed, a separate risk, q , of premature death from the exposure. The questionnaire consists of asking people for their willingness to pay for the two progressive risk reductions mentioned above. In their «analysis of means» (mean and median bids), they find that the mean values are approximately constant across design points with a given conditional risk q . «Design points» represent different scenarios of changing the risk of exposure within a constant conditional risk. Another result is that average bids change in a direction opposite to theoretical expectations when the change in exposure risk is held constant and q is changed. In the majority of cases the bids are larger at smaller baseline risks.

In their «multivariate analysis» they estimate equations for the marginal values pooled across design points for each risk change. The dependent variable is $\ln d(op) / d(Rq)$ where op is for option price bid and Rq is the baseline risk (or "final" risk). The estimates confirm the results of the "analysis of means", that is marginal values do not increase with increases in Rq . In fact, the estimated marginal values implied by these bids decline with increases in either of the component of the baseline risk (i.e R or q). The income variable has a positive coefficient, then being consistent with the prediction of theory. Moreover, the symmetry of the valuation of risk reduction is tested and it is found that the values for proposed risk reductions are significantly different from those compensations offered to avoid equivalent risk increases; while the «conventional» theory suggests approximately the same value (for marginal increases or reductions), Kahneman and Tversky (1979) propose valuation asymmetries between losses and gains under uncertainty, thus supporting the results found here. The results of their study reject the Jones-Lee et al (1985) hypothesis of declining marginal valuation of risk with reductions in the risk level. Both the mean and multivariate analysis reveal marginal valuations across different baseline risks increasing (rather than decreasing) with reductions in the baseline risk of premature death; thus, the option price bids would be an increasing convex (rather than concave) function of risk reductions. The authors give several possible explanations for the major differences with Jones-Lee et al's (1985) findings:

- 1- The comprehension of risk: the individuals show quite accurate perceptions in highway hazards (which is the field of application of the work of Jones-Lee et al (1985)), while they poorly understand actual risks of death from hazardous wastes.
- 2- The temporal dimension: in highway accidents death is instantaneous, while in this work death could occur in a thirty year period.
- 3- The results of this study are consistent with violations identified in laboratory work with simple lotteries. The effects of specified reference point in questions involving uncertainty, and overestimation of low probability events are behavioral patterns that have been suggested by psychologists as responses individuals make in dealing with risk.

CONCLUSION

The main virtue of the "human capital" approach has been the ease of application in obtaining values and the main vice has been the lack of acceptable economic rationale. The main flaw of the political process approach is that it has a vicious circle linked to it, as the economist who is asked by the government to value life has to go back to past political decisions to extract the necessary data, he will be concealing some deficiency in the relevant data. As for the willingness to pay approach, it is the only one which is theoretically satisfying in the sense that it respects the concept of consumer sovereignty. The implicit value version of application of this method has been criticized because of its implied assumption between perceived and measured risk. The questionnaire version of empirical evidence of this method has been criticized on the grounds that people have difficulties in assessing probabilities and answering hypothetical questions.

We believe, however, in the careful construction of hypothetical markets (e.g. choosing areas where people understand easily the risk involved, and are able to give numbers) a good start to attempt a valuation of life (and/or safety).

ÉTUDE N° 2

DISPOSITION À PAYER AVEC ET SANS ALÉA MORAL

DISPOSITION À PAYER AVEC ET SANS ALÉA MORAL

Introduction

Dans la littérature économique, on a longtemps mené les analyses en supposant que les préférences des agents étaient indépendantes des états de la nature; le point central était le résultat (la conséquence) rattaché à chaque état mais non l'état lui-même. Ainsi un pari qui promet une crème glacée si le jour est chaud et un bol de soupe si le jour est froid serait -selon cette littérature- identique à un pari qui promet une crème glacée si le jour est froid et un bol de soupe si le jour est chaud. Le bon sens nous dit que ces deux paris ne sont pas identiques car une "crème glacée par jour froid" est une conséquence différente d'une "crème glacée par jour chaud". Dans cet exemple c'est l'état de la nature qui fait toute la différence entre les deux conséquences. De façon similaire, une indemnité d'assurance-vie (ou d'accident) en cas de vie (ou de non accident) est une conséquence différente de la même indemnité en cas de mort (ou d'accident). Une analyse où les préférences sont aussi dépendantes des états de la nature serait souhaitable dans l'étude de beaucoup de cas se présentant à nous. Ainsi nous pensons que toute situation impliquant un risque physique et/ou psychologique indésirable devrait être analysée à la lumière des dépendances des préférences par rapport aux états de la nature. Nous nous intéresserons dans ce papier à la classe des risques physiques. En général, les événements indésirables comportant un risque physique affectent aussi bien la condition physique et/ou psychologique, que la situation financière de la victime. Les approches des préférences indépendantes des états de la nature ne prennent en compte que l'aspect financier de la circonstance, et en ignorent l'aspect physique. L'approche des préférences dépendantes des états de la nature prend en considération ces deux aspects simultanément.

Dans la première section de la première partie du papier -où il n'y a pas d'aléa moral- nous reprenons les résultats énoncés par la littérature sur la demande d'assurance; à la fin de cette section, nous montrons que la disposition à payer en présence d'utilités dépendantes des états de la nature, est au moins égale au coût

de la douleur physique (et/ou psychologique) en plus de la perte financière, si l'accident a lieu. Vient ensuite la section réservée à la statique comparative appliquée au montant d'assurance, à la sécurité et à la disposition à payer.

Dans la deuxième partie, on introduit la notion d'aléa moral. Celui-ci est défini comme l'effet de la couverture d'assurance sur les motivations des individus à s'autoprotéger contre les événements hasardeux. Ceci est dû principalement à la non-observation par l'assureur des activités d'autoprotection de l'assuré. Cette pratique va se traduire par une hausse des coûts de l'assureur, qui augmentera à son tour le prix de l'assurance. L'aléa moral perturbe ainsi les solutions optimales obtenues en son absence. Dans la première section de cette partie, nous reverrons les résultats énoncés par la théorie sur la demande d'assurance, les détaillerons et les comparerons aux résultats obtenus précédemment. Enfin dans la deuxième section, nous redéfinirons le concept de disposition à payer en présence d'aléa moral et ferons de la statique comparative appliquée à sécurité ainsi qu'à la disposition à payer.

Notation du Modèle

Deux états sont possibles dans notre modèle: l'état "accident" se réalisant avec une probabilité p , et l'état "non accident" se réalisant avec une probabilité $1-p$. C'est un modèle à une période, où l'individu est concerné non pas seulement par le niveau de richesse associé à un état particulier, mais aussi par la réalisation de l'état lui-même. Ainsi, pour le même niveau de richesse l'individu préfère l'état "non accident" à l'état "accident". En plus de reconnaître que les montants monétaires en cas d'accident sont des "conséquences" différentes des mêmes montants monétaires en cas de "non accident", on définit deux fonctions d'utilité; $V(S_1)$, pour l'événement accident et $U(S_2)$ pour l'événement "non accident". Si l'état accident se réalise, l'individu va encourir une perte monétaire d'un montant $l \geq 0$; C'est le cas par exemple d'un dommage matériel subi par un véhicule automobile lors d'un accident de la circulation. Le même individu fait face à des choix économiques:

d'une part, il choisit de se protéger contre l'événement "accident": il "achète" donc des quantités de prévention $x \geq 0$; d'autre part, il choisit un niveau d'assurance, et achète auprès d'un assureur une couverture d'assurance $q \geq 0$, en lui versant en contre partie une prime $y \geq 0$. Le niveau de satisfaction pour notre individu va donc être $U(w-y-x)$ dans l'état "sans accident", et $V(w-y-x-l+q)$ ¹ dans l'état "accident", où w constitue la richesse initiale. L'individu est supposé obéir aux axiomes de rationalité économique, et fait des choix (d'assurance et de sécurité) de façon à maximiser son espérance d'utilité², définie par:

$$EU = p(x) V(S_1) + (1 - p(x)) U(S_2)$$

où $S_1 = w-y-x-l+q$ (richesse relative à l'état accident)

$S_2 = w-y-x$ (richesse relative à l'état non-accident)

Les hypothèses

Le modèle se base sur un certain nombre d'hypothèses fondamentales sur lesquelles les résultats sont bâtis. Il s'agit principalement du comportement des fonctions d'utilité et des probabilités d'accidents. On suppose que les fonctions d'utilité de la richesse U et V sont différentiables deux fois, croissantes ($U'(S) > 0$ et $V'(S) > 0$) et strictement concaves ($U''(S) < 0$ et $V''(S) < 0$). La probabilité d'accident "p" dépend des activités d'autoprotection "x". On suppose que $p(x)$ est décroissant ($p'(x) < 0$) et strictement convexe en x ($p''(x) > 0$). Aussi, on suppose que l'individu préfère l'état "non accident" à l'état "accident" (pour un même niveau de richesse), c'est à dire que $U(S) > V(S) \forall S > 0$.

Nous allons renoter et redéfinir le modèle de Drèze et Dehez (1982) de façon à ce qu'il soit comparable avec la notation de Dionne (1982), et examinerons ensuite ce

¹ Le prix des activités d'autoprotection est supposé égal à l'unité.

² A des fins pratiques, nous utiliserons la notation EU pour exprimer l'espérance d'utilité bien que l'une de ses composantes s'intitule V .

modèle modifié à la lumière des conclusions de Dionne (1982) pour tirer ensuite nos propres conclusions.

On suppose que l'assurance est actuarielle. Dans ce cas l'hypothèse de Drèze et Dehez (DD) devient:

$$q(y;p) = \frac{y}{p}$$

Nous exprimons les termes du contrat (q,y) par rapport à "q" et non "y" comme dans DD, car nous pensons que l'individu fait son choix par rapport à q, et que c'est "q" qui nous intéresse.

Après ces différentes renotations, l'expression de EU prend la forme:

$$EU = p(x) V[w-y-x-l+q] + [1-p(x)] U[w-y-x]$$

et

$$y = p(x) q$$

A l'inverse de DD, nous commencerons par analyser le cas où l'individu fait un choix d'autoprotection et d'assurance et que les termes du contrat d'assurance sont fonction de l'autoprotection.

1. ANALYSE EN ABSENCE D'ALÉA MORAL

Si on suppose que les termes du contrat d'assurance sont variables par rapport aux décisions d'autoprotection, on suppose implicitement que l'assureur peut observer ces activités d'autoprotection, et qu'il fixe une prime en fonction de celles-ci. Le consommateur va donc faire son choix d'autoprotection et d'assurance en prenant en compte cette contrainte.

$$\underset{x}{\text{MAX}} EU = p(x) V[w-y-x-l+q] + [1-p(x)] U[w-y-x] \quad (2.1)$$

s/c

$$y = p(x)q \quad (\text{contrainte de profits nuls})$$

C.D.O.:

$$p'(x) [V-U] - p'(x)q EU' - EU' = 0 \quad (2.2)$$

$$p(x) [1-p(x)] [V'-U'] = 0 \quad (2.3)$$

De (2.2) on a:

$$-\frac{1}{p'(x)} = \frac{U-V}{EU'} + q \quad (2.2')$$

1.1 Le montant optimal d'autoprotection

L'équation (2.2) peut être réécrite:

$$p'(x) [V-U] - p'(x)q EU' = EU' \quad (2.4)$$

Le côté gauche de (2.4) peut être interprété comme le bénéfice marginal de s'autoprotéger expliqué à travers la réduction de la probabilité de perte et de la prime d'assurance. Le côté droit représente le coût marginal de s'autoprotéger en termes d'utilité.

Sous une information parfaite (i.e. l'assureur peut observer le niveau d'autoprotection), l'assuré peut toujours être motivé à s'autoprotéger même s'il possède une assurance "complète" (au sens de l'égalité $V(S_1)=U(S_2)$) car il peut réduire sa prime d'assurance (si $p'(x)<0$) et augmenter ainsi son bénéfice marginal d'autoprotection.

1.2 Le montant optimal d'assurance

Le montant optimal d'assurance est donné par l'équation (2.3) et respecte donc l'égalité:

$$V' [w-y-x-l+q] = U' [w-y-x]$$

i) Première solution possible:

$$\text{Si } V'(S) = U'(S) \quad \forall S \text{ alors } q^* = l$$

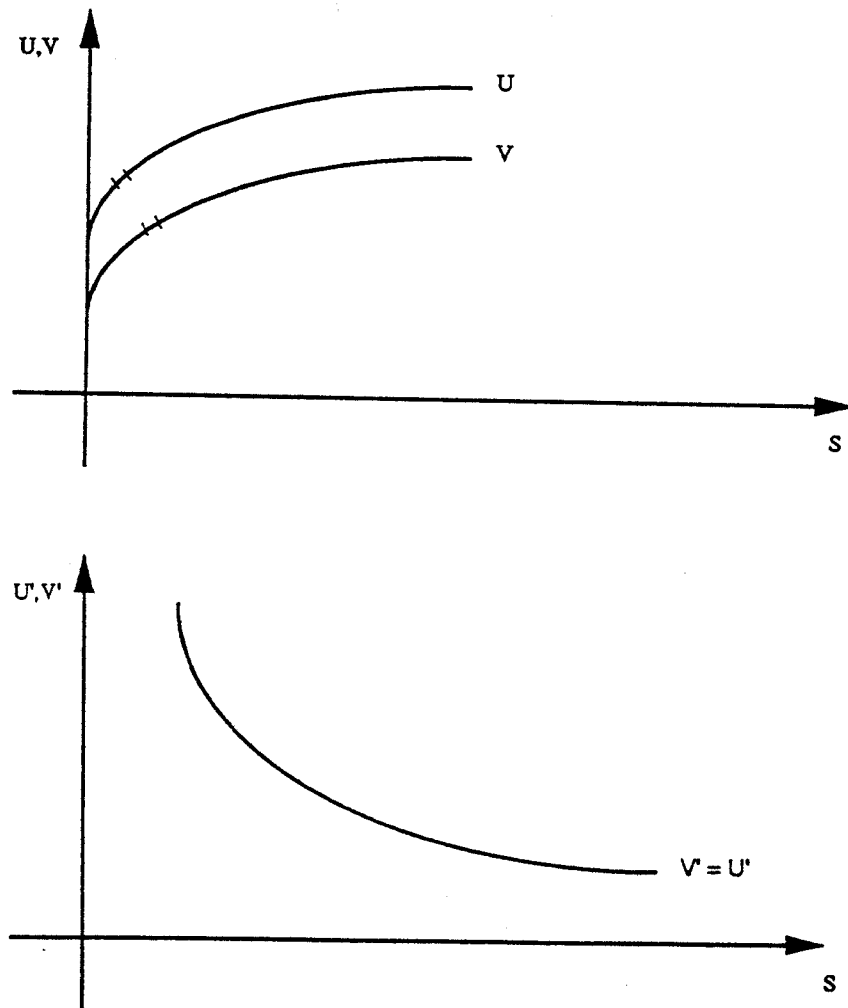


Figure 1: Utilités (a) et utilités marginales (b) quand $V'(s) = U'(s)$

ii) Deuxième solution possible:

Si $V'(S) < U'(S) \quad \forall S$ alors $q' < l^3$

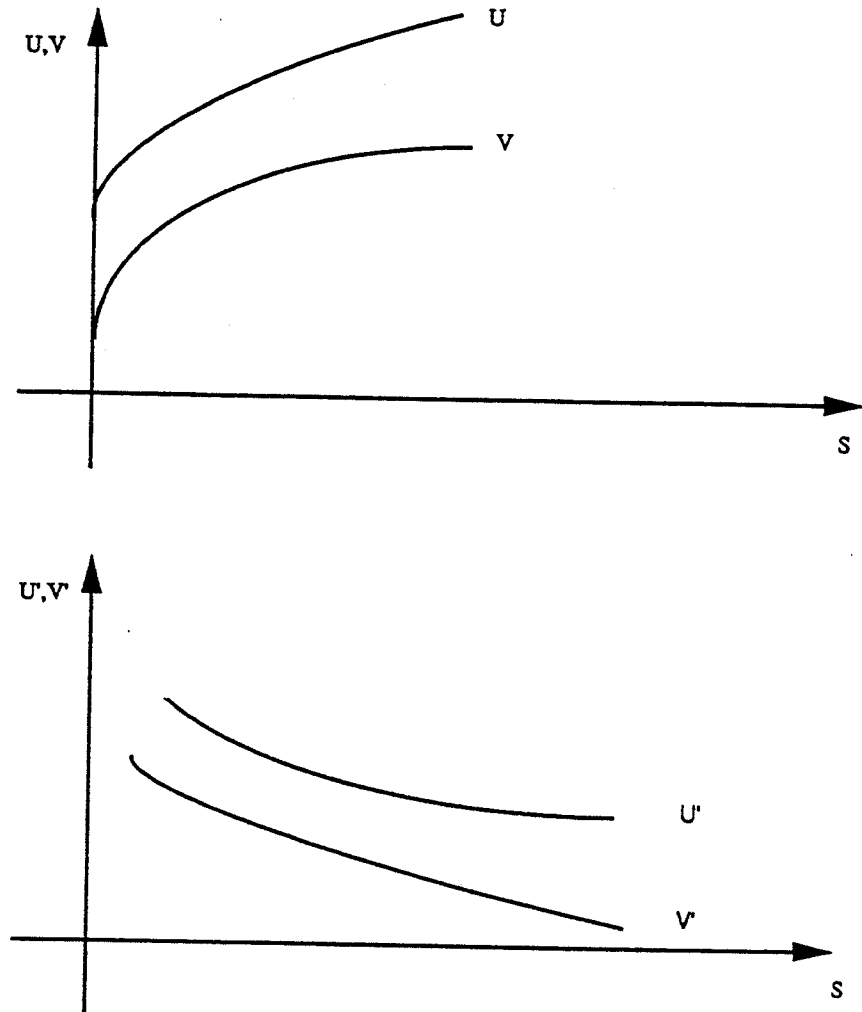


Figure 2: Utilités (a) et utilités marginales (b) quand $V'(s) < U'(s)$

³ Comme $V(S) < U(S)$ posons:

$$S = w - y - x$$

$$\Rightarrow V(w - y - x) < U(w - y - x)$$

Comme l'utilité marginale est décroissante, il suffit de soustraire une quantité $(l-q)$ positive des arguments de V' pour avoir l'égalité, c'est à dire:

$$V'[w - y - x - (l - q)] = U'[w - y - x]$$

à condition que:

$$l - q > 0 \Rightarrow l > q \Rightarrow q' < l$$

Dans ce qui suit nous ignorons temporairement la notation des dépenses d'autoprotection (x) car la présence de celles-ci n'affectent pas les conclusions énoncées.

iii) Troisième solution possible:

$$\text{Si } V'(S) > U'(S) \quad \forall S \text{ alors } q' > 1$$

La preuve est analogue à celle du cas précédent.

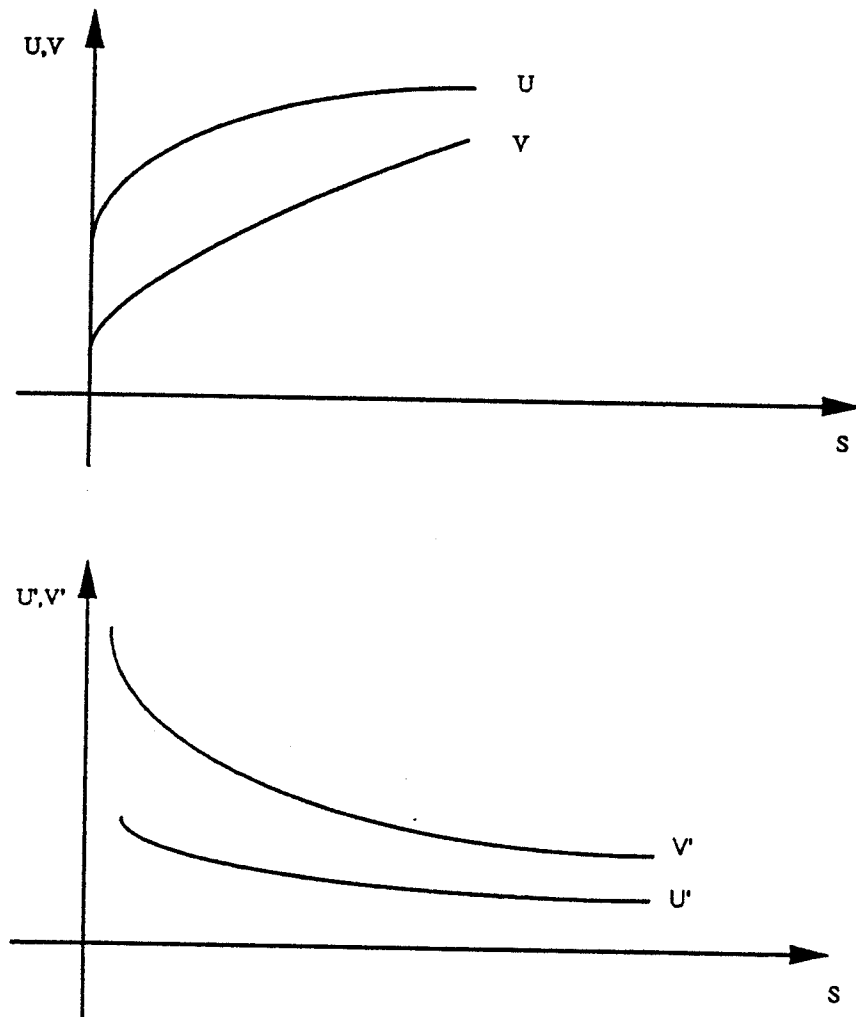


Figure 3: Utilités (a) et utilités marginales (b) quand $V'(s) > U'(s)$

Dans le premier cas, $q^* = 1$, on rembourse seulement les pertes monétaires, alors que dans le deuxième cas on ne rembourse même pas la totalité des pertes monétaires ($q^* < 1$). Dans le troisième cas on rembourse non seulement la totalité des pertes monétaires (1), mais en plus on compense le consommateur pour la douleur qu'il subit ($q^* - 1 > 0$).

Le premier cas correspond par exemple à un accident entraînant une désutilité *temporaire* non compensée; le deuxième cas correspond à un accident entraînant une invalidité complète sans grande responsabilité envers les dépendants. Cette invalidité totale est souvent liée à une baisse de certains besoins nécessaires à une personne en bonne santé; une indemnisation en deçà de la perte financière est donc suffisante et optimale. Un exemple extrême de ce deuxième cas serait un accident entraînant la mort d'un célibataire sans dépendants. Le troisième cas correspond par exemple à une invalidité partielle d'un individu (avec ou sans dépendants) qui continue à ressentir la même satisfaction de sa consommation précédente, en plus d'éprouver des besoins nouveaux liés à sa nouvelle condition physique.

1.2.1 Différentes approches quant à la solution du montant d'assurance

Plusieurs approches se disputent l'amplitude relative des fonctions V' et U' . Nous pouvons en déceler trois principalement:

1.2.1.1 L'approche des états dépendants

Selon cette approche toutes les solutions précitées sont optimales, et il s'agirait d'observer les formes des fonctions d'utilité pour connaître le signe de $V' - U'$. Cette approche est générale et laisse toutes les possibilités ouvertes à savoir, $q^* \leq (\geq) 1$ selon que $V'(S) \leq (\geq) U'(S) \quad \forall S$.

1.2.1.2 L'approche de la perte monétaire équivalente

Cette approche part du principe qu'une blessure équivaut à une perte monétaire, gonflant ainsi l'utilité marginale en cas de perte (V'), et amenant l'inégalité $V'(S) > U'(S)$. Dionne (1982) explique que dans ce cas la solution optimale serait celle qui consisterait à indemniser la victime totalement en lui offrant un remboursement complet des pertes financières et une compensation pour la douleur. Dans ce cas $q^* > l$ serait la solution optimale, et il existe un montant \bar{q} ($\bar{q} > l$) qui égaliserait les utilités dans les deux états de la nature:

$$U(w-p\bar{q}) = V[w-p\bar{q}+(\bar{q}-l)]$$

tel que $\bar{q}-l > 0$

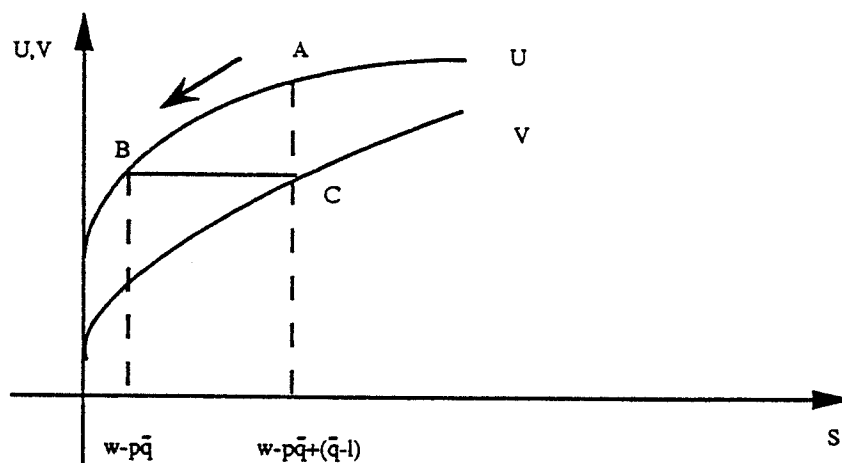


Figure 4: Représentation de la perte monétaire équivalente

Ici l'événement "accident" est synonyme d'une perte monétaire; on passe du point "A" sans accident, au point "B" avec accident. Le niveau d'utilité U avec un revenu $w-p\bar{q}$ serait équivalent au niveau d'utilité V avec un revenu plus élevé $w-p\bar{q}+(\bar{q}-l)$. Pour connaître le niveau d'assurance optimal, il faut observer les utilités marginales ($V'-U'$ de l'équation 2.3) évaluées au point $q = \bar{q}$ (i.e. \bar{V}' et \bar{U}').

i) Si $\bar{V}' = \bar{U}'$ alors $q' = \bar{q}$

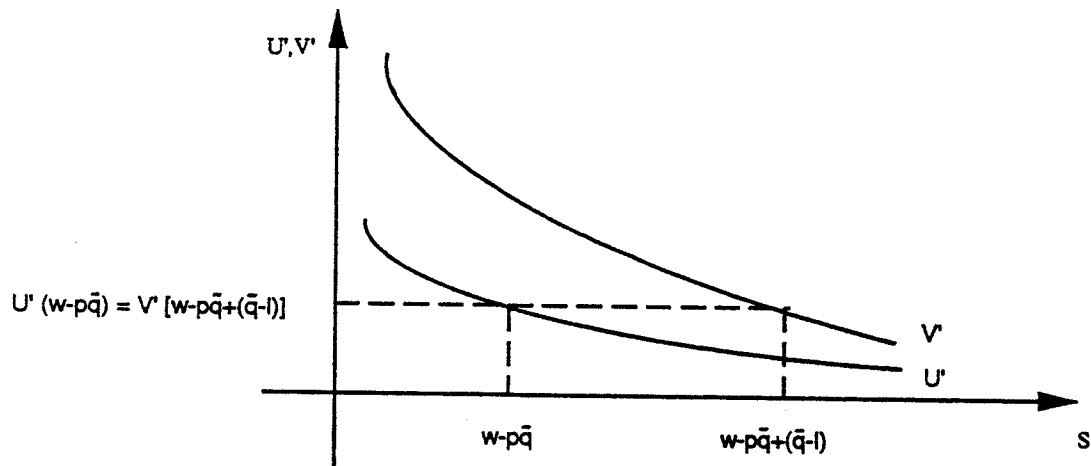


Figure 5: Utilités marginales quand $\bar{V}' = \bar{U}'$

ii) Si $\bar{V}' < \bar{U}'$ alors $q' < \bar{q}$

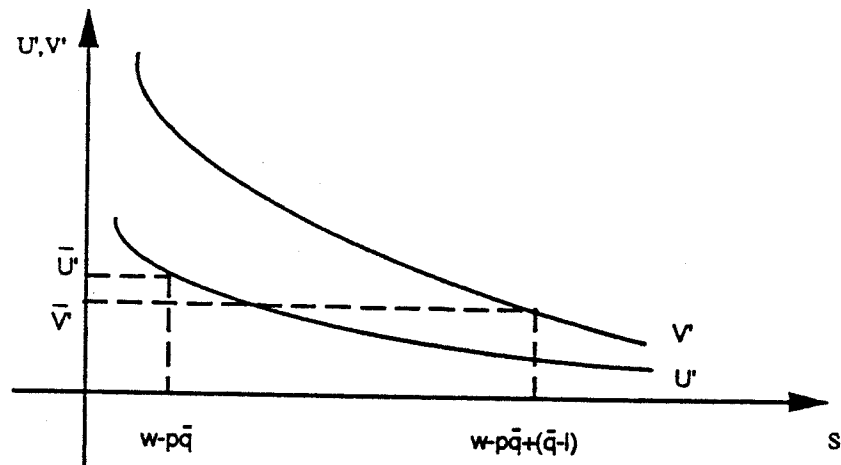


Figure 6: Utilités marginales quand $\bar{V}' < \bar{U}'$

⁴ Preuve:

si
alors
où

$$\begin{aligned} V'[w-p \bar{q} + (\bar{q}-l)] &< U'(w-p \bar{q}) \\ V'[w-p(\bar{q}-b) + (\bar{q}-b-l)] &= U'[w-p(\bar{q}-b)] \quad /b>0 \\ \bar{q}-b &= q' \quad \Rightarrow q' < \bar{q} \end{aligned}$$

iii) Si $\bar{V}' > \bar{U}'$ alors $q^* > \bar{q}$
 La preuve est analogue à (ii)

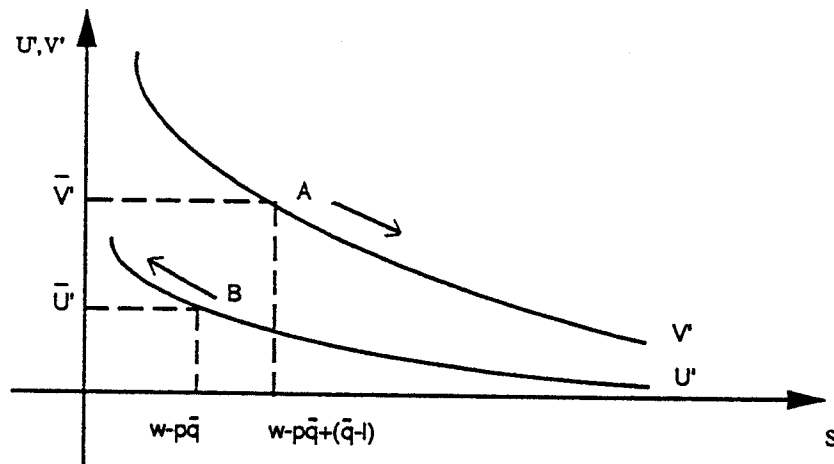


Figure 7: Utilités marginales quand $\bar{V}' > \bar{U}'$

Puisque $q^* > \bar{q}$, le montant optimal d'assurance q^* fera varier les points A et B dans le sens de la direction des flèches inscrites sur le graphique jusqu'au point où:

$$U'(w-pq^*) = V'(w-pq^*-l+q^*)$$

1.2.1.3 Approche des états de santé

Viscusi (1990) voit tout de suite l'importance relative de $V'(S)$ et $U'(S)$ sur les décisions économiques comme les décisions d'assurance. Les hypothèses qu'on fait par rapport à la forme des fonctions d'utilité V et U gouvernent les aspects fondamentaux des résultats économiques dérivés avec de tels modèles. En plus, il n'y a pas de base théorique pour déterminer les formes des fonctions d'utilité. Selon Viscusi, le cas où il n'y aurait pas de controverse serait celui de la mort où on supposerait que l'utilité marginale d'un individu baisse après son décès. Pour Viscusi la façon de connaître le signe de $V'(S)-U'(S)$ est de faire des tests empiriques. Dans un premier temps, il ne pose aucune restriction sur la forme fonctionnelle,

et opère en utilisant les expansions de Taylor de premier et second degré. Il veut tester deux hypothèses:

$$U(S) > V(S) \quad \forall S \quad (H1)$$

et $U'(S) > V'(S) \quad \forall S \quad (H2)$

L'hypothèse (H1) est respectée par les modèles de la perte monétaire équivalente, alors que l'hypothèse (H2) ne l'est pas; en fait, selon ces modèles, l'inégalité (H2) devrait être renversée.

En testant son modèle empirique, Viscusi trouve que les hypothèses (H1) et (H2) sont respectées, allant ainsi à l'encontre des approches de la perte monétaire équivalente.

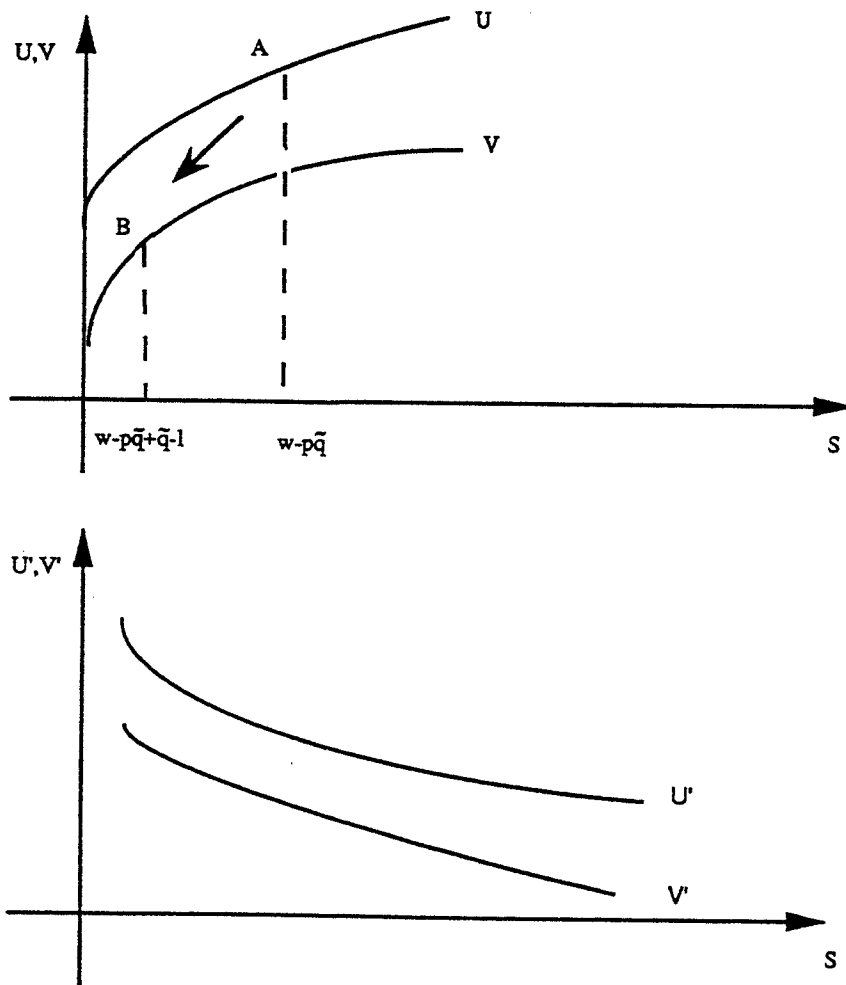


Figure 8: Représentation de l'approche des états de santé

Si $U'(S) > V'(S) \quad \forall S$
 alors $q^* < l$ est la solution optimale.

1.2.2 Récapitulation

Nous récapitulons les différentes solutions possibles qu'on a présenté, sous formes de trois cas. Cependant, le deuxième cas possède trois sous-cas, ce qui nous fait un total de cinq possibilités diverses.

- I $V'(S) = U'(S) \quad \forall S \Rightarrow q^* = l$
 II $V'(S) > U'(S) \quad \forall S \Rightarrow q^* > l$
 si $V(w-p \bar{q} + \bar{q} - l) = U(w-p \bar{q})$
 alors
 II.1 $q^* = \bar{q}$ si $V'|_{q=\bar{q}} = U'|_{q=\bar{q}}$
 II.2 $q^* < \bar{q}$ si $V'|_{q=\bar{q}} < U'|_{q=\bar{q}}$
 II.3 $q^* > \bar{q}$ si $V'|_{q=\bar{q}} > U'|_{q=\bar{q}}$
 III $V'(S) < U'(S) \quad \forall S \Rightarrow q^* < l$

1.3 Dédutions au niveau de la DAP (Disposition à payer)

Soit la c.p.o. (2.2):

$$-\frac{1}{p'(x)} = \frac{U(w-pq-x) - V(w-pq-x-l+q)}{EU'} + q = \phi$$

Analysons cette expression de la DAP (ϕ) par rapport aux possibilités mentionnées plus haut:

- I. $V'(S) = U'(S) \Rightarrow q^* = l$
 dans ce cas $\phi > 0$ car $U(S) > V(S) \quad \forall S$

$$\text{II. } V'(S) > U'(S) \Rightarrow q' > l$$

$$\text{II.1 } q' = \bar{q} \Rightarrow U(w-p\bar{q}-x) = V(w-p\bar{q}-x-l+\bar{q})$$

dans ce cas: $\phi > 0$ et $\phi = q'$

$$\text{II.2 } q' < \bar{q} \Rightarrow U(w-pq'-x) > V(w-pq'-x-l+q')$$

dans ce cas: $\phi > 0$ et $\phi = \{(U-V)/EU'\} + q'$

$$\text{II.3 } q' > \bar{q} \Rightarrow U(w-pq'-x) < V(w-pq'-x-l+q')$$

dans ce cas: $\phi \geq (\leq) 0$ selon que $|(U-V)/EU'| \leq (\geq) |q'|$

dans le troisième cas (i.e. $\phi < 0$ ou $|(U-V)/EU'| > |q'|$) on peut assister à la pratique d'activités de déception (i.e. $x < 0$). Afin d'éviter ces activités de déception, les assureurs peuvent plafonner la quantité d'assurance à \bar{q} . Néanmoins ce cas ne sera pas étudié en détail, car nous supposons que $x \geq 0$.

$$\text{III. } V'(S) < U'(S) \Rightarrow q' < l$$

dans ce cas on a toujours: $U(w-pq'-x) > V(w-pq'-x-l+q')$

donc: $\phi > 0$ car $EU' > 0$

1.3.1 Interprétation de la DAP

On avait trouvé:

$$\frac{p'(x)[V-U]}{A} - \frac{p'(x)q}{B} = \frac{EU'}{C}$$

Où le côté gauche représente le bénéfice marginal de s'autoprotéger, et le côté droit le coût marginal de s'autoprotéger. Parmi les éléments du bénéfice marginal nous trouvons "A" qui représente le bénéfice marginal expliqué à travers la réduction de la probabilité d'accident et exprimé en terme d'utilité; aussi nous trouvons la quantité "B", laquelle quantité représente le bénéfice marginal de s'autoprotéger lié à la réduction de la prime d'assurance.

L'équation ci-dessus peut-être réécrite:

$$-\frac{1}{p'(x)} = \frac{U-V}{EU'} + q$$

Dans ce cas, le côté gauche peut-être interprété comme les dépenses nécessaires pour faire baisser d'une unité la probabilité. Si nous prenons le cas où "p" constitue le risque de mort alors $1/p'(x)$ constituera les dépenses pour sauver une vie. Le côté droit représenté par $(U-V)/EU'$ constitue le bénéfice marginal de s'autoprotéger associé à la baisse de la probabilité d'accident d'une unité. La quantité "q" représente quant à elle le bénéfice marginal de s'autoprotéger lié à la réduction de la prime d'assurance, elle-même liée à une réduction d'une unité de la probabilité d'accident.

Notons que lorsque nous parlons d'une réduction d'une unité de la probabilité d'accident, ceci est simplement une sorte de normalisation (Nous ne sommes pas en certitude et la probabilité reste toujours positive).

1.3.2 Proposition (1)

La disposition à payer est au moins égale au coût de la douleur en plus de la perte financière si on a un accident.

$$\phi \geq \frac{U(z-\gamma) - V(z-\gamma)}{EU'} + \gamma \frac{U'(z)}{EU'} + q$$

où $z = w - pq - x$

$\gamma = l - q$

Le premier terme du côté droit de l'inégalité représente le coût de la douleur exprimé en termes de désutilité si on a un accident (sans pour autant encourir une perte monétaire); les deuxième et troisième termes de ce même côté expriment quant à eux la perte monétaire (gain) due à l'accident.

Preuve:

Soit une fonction $U(z-\gamma)$. Faisons des expansions de Taylor de deux ordres autour de z :

$$U(z-\gamma) = U(z) + (z-\gamma-z) U'(z) + \frac{1}{2}(z-\gamma-z)^2 U''(z) + r$$

Si notre fonction est concave, alors le troisième terme de l'expansion est négatif.

Suite à ceci on peut donc écrire (en supposant r très petit):

$$U(z) - \gamma U'(z) \geq U(z-\gamma)$$

$$U(z) \geq U(z-\gamma) + \gamma U'(z)$$

$$\frac{U(z)-V(z-\gamma)}{EU'} \geq \frac{U(z-\gamma)-V(z-\gamma)}{EU'} + \gamma \frac{U'(z)}{EU'}$$

$$\frac{U(z)-V(z-\gamma)}{EU'} + q \geq \frac{U(z-\gamma)-V(z-\gamma)}{EU'} + \gamma \frac{U'(z)}{EU'} + q$$

$$\phi \geq \frac{U(z-\gamma)-V(z-\gamma)}{EU'} + \gamma \frac{U'(z)}{EU'} + q$$

CQFD

Si on a une prime actuarielle alors $U'(z) = EU'$ et l'expression ci-dessus est réduite à:

$$\phi \geq \frac{U(z-\gamma)-V(z-\gamma)}{EU'} + l$$

1.4 Statique comparative appliquée à l'assurance

Soit le problème suivant de maximisation de l'espérance d'utilité:

$$\underset{q}{\text{MAX}} EU(q) = pV[w-pq-x-l+q] + (1-p) U[w-pq-x]$$

C.P.O:

$$A = p(1-p) [V'(S_1) - U'(S_2)] = 0 \quad (2.5)$$

C.S.O:

$A'(q) < 0$ à l'optimum

Si nous différencions implicitement (2.5) on obtient:

$$dA(w,p,q) = 0$$

$$\rightarrow \frac{\partial A}{\partial w} dw + \frac{\partial A}{\partial p} dp + \frac{\partial A}{\partial q} dq = 0$$

1.4.1 Assurance et richesse

$$\frac{\partial q}{\partial w} = - \frac{\frac{\partial A}{\partial w}}{\frac{\partial A}{\partial q}}$$

Le dénominateur constitue la C.S.O., il est négatif à l'optimum. Le signe de $\partial q / \partial w$ sera donc donné par le signe de $\partial A / \partial w$.

$$\frac{\partial A}{\partial w} = p(1-p) [V''(S_1) - U''(S_2)]$$

$$\frac{\partial q}{\partial w} > 0$$

si

$$|U''[w-pq-x]| > |V''(w-pq-x-l+q)|$$

ou

$$V''(w-pq-x-l+q) > U''(w-pq-x)$$

$$\frac{\partial q}{\partial w} < 0$$

si

$$V''(w-pq-x-l+q) < U''(w-pq-x) \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial q}{\partial w} = 0$$

si

$$V''(w-pq-x-l+q) = U''(w-pq-x) \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial q}{\partial w} > 0$$

ssi

$$V''(S_1) > U''(S_2)$$

$$\frac{V''(S_1)}{V'(S_1)} > \frac{U''(S_2)}{V'(S_1)} \quad (2.8)$$

Puisqu'à l'optimum $U'(S_2) = V'(S_1)$, alors on peut écrire:

$$\begin{aligned} -\frac{V''(S_1)}{V'(S_1)} &< -\frac{U''(S_2)}{U'(S_2)} \\ &= \\ -\frac{V''(S_1)}{V'(S_1)} &> -\frac{U''(S_2)}{U'(S_2)} \end{aligned}$$

$$R_V^A < R_U^A \quad (2.9)$$

Si sa richesse augmente, l'individu va acheter plus d'assurance s'il éprouve plus d'aversion au risque en cas de non accident qu'en cas d'accident, et vice versa.

1.4.2 Assurance et probabilité

$$\frac{\partial q}{\partial p} = -\frac{\frac{\partial A}{\partial p}}{\frac{\partial A}{\partial q}}$$

Puisque le dénominateur représente la C.S.O., il est négatif à l'optimum. Le signe de $\partial q/\partial p$ sera donc donné par le signe de $\partial A/\partial p$

$$\frac{\partial A}{\partial p} = (1-2p)[V'(S_1) - U'(S_2)] + [V''(S_1)(-q) - U''(S_2)(-q)] \times (p-p^2)$$

A l'optimum $V'(S_1) = U'(S_2)$, alors:

$$\frac{\partial A}{\partial p} = qp(1-p) [U''(S_2) - V''(S_1)]$$

$$\frac{\partial q}{\partial p} > 0$$

ssi

$$U''(w-pq-x) \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} V''(w-pq-x-l+q) \quad (2.10)$$

Puisqu'à l'optimum $U'(S_2) = V'(S_1)$, l'analogie de l'équation (2.9) devient:

$$\frac{\partial q}{\partial p} \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} 0$$

ssi

$$\frac{U''(S_2)}{U'(S_2)} \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} \frac{V''(S_1)}{V'(S_1)}$$

$$-\frac{U''(S_2)}{U'(S_2)} \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} -\frac{V''(S_1)}{V'(S_1)}$$

$$R_U^A \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} R_V^A \quad (2.11)$$

Si l'individu subit une hausse exogène de la probabilité d'accident, il achètera plus d'assurance s'il éprouve plus d'aversion pour le risque en cas d'accident qu'en cas de non-accident.

En observant les équations (2.9) et (2.11), on remarque que la fonction d'achat d'assurance varie de façon opposée avec p et w . Ceci était prévisible du fait que l'accroissement de l'un (w) fait augmenter l'argument des fonctions d'utilité, alors que l'accroissement de l'autre (p) le fait baisser.

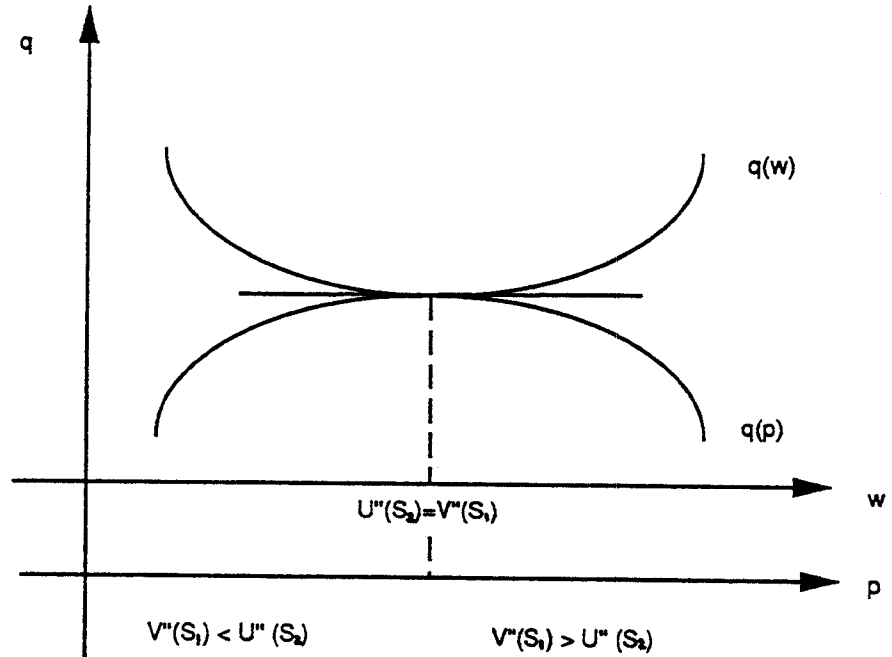


Figure 9: Assurance en fonction de la richesse et de la probabilité⁵

1.5 Statique comparative appliquée à la sécurité

$$A = p'(x) \{V[w-pq(w,p)-x-l+q(w,p)] - U[w-pq(w,p)-x]\} - \frac{pV'(S_1) + (1-p)U'(S_2)}{[p'q(w,p)+1]} = 0 \quad (2.12)$$

$$dA(x, w, p, q(w, p)) = \frac{\partial A}{\partial x} dx + \frac{\partial A}{\partial w} dw + \frac{\partial A}{\partial p} dp + \frac{\partial A}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial w} dw + \frac{\partial A}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial p} dp = 0$$

⁵ La symétrie est arbitraire ici (dans $q(w)$ et $q(p)$); ce qui compte, c'est le signe de leurs dérivées.

1.5.1 Sécurité et richesse

Si on fixe p , on trouve:

$$dA = \frac{\partial A}{\partial x} dx + \left[\frac{\partial A}{\partial w} + \frac{\partial A}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial w} \right] dw = 0$$

$$\frac{\partial x}{\partial w} = - \frac{\frac{\partial A}{\partial w} + \frac{\partial A}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial w}}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

Le dénominateur constitue la C.S.O. et est négatif à l'optimum. Le signe de $\partial x / \partial w$ sera donc donné par le signe du numérateur.

$$\frac{\partial x}{\partial w} = \frac{p'[V'(S_1) - U'(S_2)] - [p'q+1]EU'' + \{p'[pU' + (1-p)V'] - p(1-p)[V'' - U'']\} \frac{\partial q}{\partial w} - p'EU'}{-CSO} \frac{\partial q}{\partial w}$$

Puisqu'à l'optimum on a $U' = V' = EU'$, alors:

$$\frac{\partial x}{\partial w} = \frac{-[p'q+1] \left[EU'' + p(1-p)[V'' - U''] \frac{\partial q}{\partial w} \right]}{-CSO}$$

Rappelons que le signe de $\partial q / \partial w$ est donné dans la section sur la statique comparative appliquée à l'assurance. Dans l'équation ci-dessus on note l'ambiguïté du signe $\partial x / \partial w$; ceci est dû à l'opposition des signes des deux quantités à l'intérieur des grands crochets. Analysons tout d'abord le signe du terme $-[p'q+1]$. Notre condition de premier ordre transformée s'écrivait:

$$-\frac{1}{p'(x)} = \frac{U(S_2) - V(S_1)}{EU'} + q$$

Si on suppose qu'il n'y a pas d'opportunités d'activités de déception -car les compagnies d'assurance peuvent plafonner "q"- alors $U(S_2) > V(S_1)$. Dans ce cas:

$$q < -\frac{1}{p'(x)}$$

ou

$$-[p'q+1] < 0$$

$\partial x / \partial w$ aura donc les signes suivants:

$$\frac{\partial x}{\partial w} > 0$$

si

$$-EU'' > p(1-p)[V'' - U''] \frac{\partial q}{\partial w}$$

ou

$$-\frac{EU''}{EU'} > p(1-p) \left[\frac{V''}{EU'} - \frac{U''}{EU'} \right] \frac{\partial q}{\partial w}$$

Puisqu'à l'optimum on a: $EU' = U' = V'$, alors l'équation précédente devient:

$$-\left[p \frac{V''}{V'} + (1-p) \frac{U''}{U'} \right] > p(1-p) \left[\frac{V''}{V'} - \frac{U''}{U'} \right] \frac{\partial q}{\partial w}$$

$$E(R^A) > p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial w}$$

En généralisant cette expression on trouve:

$$\frac{\partial x}{\partial w} > 0$$

si

$$E(R^A) \underset{<}{>} p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial w}$$

Toute chose étant égale par ailleurs, la propension marginale à dépenser pour de la sécurité additionnelle est inversement liée à l'achat marginal d'assurance.

En effet, supposons que pour une quantité de variation donnée $(\partial q / \partial w)_0$, on a l'égalité suivante:

$$E(R^A) = p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \left(\frac{\partial q}{\partial w} \right)_0$$

Dans ce cas $\partial x / \partial w = 0$.

Si pour une raison exogène cette quantité s'accroît et devient $(\partial q / \partial w)_1$, tel que $(\partial q / \partial w)_1 > (\partial q / \partial w)_0$ alors:

$$E(R^A) < p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \left(\frac{\partial q}{\partial w} \right)_1$$

et

$$\frac{\partial x}{\partial w} < 0$$

1.5.2 Sécurité et probabilité

En différenciant l'équation (2.12) et en fixant w , on trouve:

$$dA = \frac{\partial A}{\partial x} dx + \left[\frac{\partial A}{\partial p} + \frac{\partial A}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial p} \right] dp = 0$$

$$\frac{\partial x}{\partial p} = -\frac{\frac{\partial A}{\partial p} + \frac{\partial A}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial p}}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

Le dénominateur constitue la CSO et est négatif à l'optimum. Le signe de $\partial x/\partial p$ sera donc le signe du numérateur.

$$\frac{\partial x}{\partial p} = \frac{1}{-CSO} [V'(S_1) - U'(S_2)] [-2p'q - 1] + [p'q + 1]qEU'' + \frac{\partial A}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$\frac{\partial x}{\partial p} = -\frac{1}{CSO} [V' - U'] [-2p'q - 1] + [p'q + 1]qEU'' + \{p'[pU' + (1-p)V'] - p(1-p)[V'' - U''] [p'q + 1] - [p'EU']\} \frac{\partial q}{\partial p}$$

Comme à l'optimum $U' = V' = EU'$:

$$\frac{\partial x}{\partial p} = [p'q + 1] \left[qEU'' - p(1-p)(V'' - U'') \frac{\partial q}{\partial p} \right]$$

où le signe de $\partial q/\partial p$ est analysé dans la section sur l'assurance. Le signe de $\partial x/\partial p$ est ambigu car la première partie de l'accolade est négative, alors que la deuxième partie est positive. Néanmoins, analysons le signe sous certaines conditions. Rappelons que l'équation de premier ordre transformée est:

$$-\frac{1}{p'} = \frac{U(S_2) - V(S_1)}{EU'} + q$$

Si on suppose qu'il n'y a pas d'opportunités d'activités de déception, alors $U(S_2) > V(S_1)$; dans ce cas:

$$q < -\frac{1}{p'}$$

ou

$$p'q + 1 > 0$$

Le signe de $\partial x / \partial p$ sera donc comme suit:

$$\frac{\partial x}{\partial p} > 0$$

si

$$-qEU'' < -p(1-p)(V'' - U'') \frac{\partial q}{\partial p}$$

ou

$$-q \frac{EU''}{EU'} < -p(1-p) \left(\frac{V''}{EU'} - \frac{U''}{EU'} \right) \frac{\partial q}{\partial p}$$

comme à l'optimum $EU' = U' = V'$, alors:

$$-q \left[p \frac{V''}{V'} + (1-p) \frac{U''}{U'} \right] < -p(1-p) \left(\frac{V''}{V'} - \frac{U''}{U'} \right) \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$qE(R^A) < -p(1-p)(R_U^A - R_V^A) \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$E(R^A) < -(1-p)(R_U^A - R_V^A) \frac{\partial q}{\partial p} \frac{p}{q}$$

$$E(R^A) < -(1-p)(R_U^A - R_V^A) \zeta_{qp}$$

En généralisant on trouve:

$$\frac{\partial x}{\partial p} > 0$$

si

$$E(R^A) < -(1-p)(R_U^A - R_V^A) \zeta_{q,p}$$

Lorsque l'élasticité $\zeta_{q,p}$ est égale à un, l'individu va s'engager dans des activités d'autoprotection additionnelles s'il fait face à une hausse exogène de la probabilité d'accident et si:

$$\frac{1}{1-p} < \frac{R_U^A - R_V^A}{E(R^A)}$$

C'est à dire quand le différentiel d'aversion (absolue) au risque pondéré par la moyenne $E(R^A)$ est supérieur à l'inverse de la probabilité de "non accident".

1.6 Statique comparative appliquée à la DAP

On avait trouvé que l'expression de la DAP (ϕ) était:

$$\phi = \frac{U(S_2) - V(S_1)}{EU'} + q$$

La différenciation du côté droit de cette équation requiert des ajustements dans la quantité achetée d'assurance et dans la prime d'assurance, associés à des variations de w et p .

$$\phi[w, q(w), p, q(p)] = \phi[w, p, q(w, p)]$$

$$= \frac{U[w-pq(w, p)-x] - V[w-pq(w, p)-x-l+q(w, p)]}{EU'} + q(w, p)$$

1.6.1 La DAP et la richesse

La différentielle partielle par rapport à w est donc:

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} = \frac{[U'(S_2) - V'(S_1)]EU' - [pV''(S_1) + (1-p)U''(S_2)](U-V)}{(EU')^2} + \frac{\partial \phi}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial w} \quad (2.13)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} = \frac{U' - V'}{EU'} - \frac{EU''}{EU'} (\phi - q) + \frac{\partial \phi}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial w}$$

on a:

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} = \frac{[U'(-p) - V'(-p+1)]EU' - [pV''(1-p) + (1-p)U''(-p)](U-V)}{(EU')^2} + 1$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} = \frac{-[pU' + (1-p)V']EU' - p(1-p)[V'' - U''](U-V)}{(EU')^2} + 1$$

A l'optimum $V'(S_1) = U'(S_2)$. On peut alors réécrire l'équation précédente ainsi:

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} = -\frac{(EU')^2}{(EU')^2} - p(1-p) \frac{[V'' - U'']}{EU'} \frac{(U-V)}{EU'} + 1$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} = -1 - p(1-p) \frac{[V'' - U'']}{EU'} \frac{(U-V)}{EU'} + 1$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} = -p(1-p) \frac{V'' - U''}{EU'} (\phi - q)$$

$\partial q / \partial w$ nous est donné dans la section sur la statique comparative appliquée à l'assurance, et est égal à:

$$\frac{\partial q}{\partial w} = \frac{1}{-CSO} p(1-p) [V''(S_1) - U''(S_2)]$$

L'équation (2.13) devient alors:

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} = \frac{U' - V'}{EU'} - \frac{EU''}{EU'} (\phi - q) - \left[p(1-p)^2 \frac{[V'' - U'']^2}{EU'} \frac{(\phi - q)}{-CSO} \right]$$

A l'optimum $U' - V' = 0$ (assurance actuarielle). Ainsi:

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} = -\frac{EU''}{EU'} (\phi - q) - \left[p(1-p) \frac{V'' - U''}{EU'} (\phi - q) \right] \frac{\partial q}{\partial w}$$

Comme on l'a vu dans la section précédente sur la statique comparative appliquée à l'assurance $\partial q / \partial w \geq (\leq) 0$ quand $V''(S_1) \geq (\leq) U''(S_2)$ ou quand $R^A_{\uparrow} \geq (\leq) R^A_{\downarrow}$. Ainsi le signe de $\partial \phi / \partial w$ reste ambigu.

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} > 0$$

si

$$-\frac{EU''}{EU'} > p(1-p) \left[\frac{V''}{EU'} - \frac{U''}{EU'} \right] \frac{\partial q}{\partial w}$$

A l'optimum on a $EU' = U' = V'$, alors:

$$-\left[p \frac{V''}{V'} + (1-p) \frac{U''}{U'} \right] > p(1-p) \left[\frac{V''}{V'} - \frac{U''}{U'} \right] \frac{\partial q}{\partial w}$$

$$pR_V^A + (1-p)R_U^A > p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial w}$$

$$E(R^A) > p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial w}$$

Si nous généralisons, nous obtenons:

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} 0$$

quand

$$E(R^A) \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial w}$$

La disposition à payer va s'accroître (baisser) si la richesse s'accroît (baisse), lorsque l'espérance des mesures d'aversion au risque est plus élevée que l'écart entre ces deux mesures pondéré par le produit des probabilités et l'achat marginal d'assurance. L'inégalité inverse est aussi vraie sous les conditions inverses.

1.6.2 La DAP et la probabilité

La différentielle partielle de ϕ par rapport à p est:

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = \frac{-q[U' - V']EU' - (U - V)[V' - U' - qEU'']}{(EU')^2} + \frac{\partial \phi}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = \frac{q}{EU'} [V' - U' + (\phi - q) EU''] - (\phi - q) \frac{(V' - U')}{EU'} + \left[-p(1-p) \frac{V'' - U''}{EU'} (\phi - q) \right] \frac{\partial q}{\partial p}$$

Comme à l'optimum $V' = U'$ et $EU' = U' = V'$, alors:

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = (\phi - q) \left[q \frac{EU''}{EU'} - p(1-p) \frac{[V'' - U'']}{EU'} \frac{\partial q}{\partial p} \right]$$

Rappelons que le signe de $\partial q / \partial p$ est donné dans la section sur l'assurance. Dans ce cas le signe est ambigu; le côté gauche à l'intérieur des grands crochets est négatif alors que le côté droit est positif.

En supposant que $(\phi - q) > 0$ (ou $U(S_2) > V(S_1)$, i.e. pas d'activités de déception) on peut dire que:

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} > 0$$

si

$$\left[q p \frac{V''}{V'} + (1-p) \frac{U''}{U'} \right] > p(1-p) \left[\frac{V''}{V'} - \frac{U''}{U'} \right] \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$-q [p R_V^A + (1-p) R_U^A] > p(1-p) [R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$-qE(R^A) > p(1-p)[R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial p}$$

$$E(R^A) < -(1-p)[R_U^A - R_V^A] \frac{\partial q}{\partial p} \frac{p}{q}$$

$$E(R^A) < -(1-p)[R_U^A - R_V^A] \zeta_{q,p}$$

Si l'individu subit un accroissement (baisse) exogène de la probabilité d'accident, sa disposition à payer va s'accroître (baisser) lorsque l'espérance de ses mesures d'aversion au risque est inférieure à l'écart entre ces deux mesures, pondéré par le produit de l'élasticité $\zeta_{q,p}$ et la probabilité du "meilleur" événement.

En généralisant cette expression on trouve:

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} 0$$

si

$$E(R^A) \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} -(1-p)[R_U^A - R_V^A] \zeta_{q,p}$$

Toute chose étant égale par ailleurs, la disposition marginale à payer $\partial \phi / \partial p$ varie dans le sens opposé de la variation de l'élasticité $\zeta_{q,p}$. Plus la courbe $q(p)$ est élastique moins on éprouve de disposition à payer pour la sécurité additionnelle. Ceci se comprend aisément du fait qu'on achètera proportionnellement plus d'assurance pour une petite hausse de p .

TABLEAU I: Récapitulation de la statique comparative

Conditions	V"-U"	$E(R^A) - p(1-p)[R^A - R^A] \partial q/\partial w$	$E(R^A) + (1-p)[R^A - R^A] \zeta_{q,p}$
<u>Assurance</u> $\partial q/\partial w > 0$ = 0 < 0	+ 0 -		
$\partial q/\partial p > 0$ = 0 < 0	- 0 +		
<u>Sécurité</u> $\partial x/\partial w > 0$ = 0 < 0		+ 0 -	
$\partial x/\partial p > 0$ = 0 < 0			- 0 +
<u>D.A.P.</u> $\partial \phi/\partial w > 0$ = 0 < 0		+ 0 -	
$\partial \phi/\partial p > 0$ = 0 < 0			- 0 +

2. ANALYSE AVEC ALÉA MORAL

2.1 Montant optimal d'autoprotection

S'il coûte très cher à l'assureur ou s'il lui est impossible d'observer les activités d'autoprotection de l'assuré, il va lui offrir une assurance dont les termes (y, q) ne sont pas liés à ses activités d'autoprotection (x) . Si l'individu achète cette assurance, il va sélectionner son x de façon à maximiser son espérance d'utilité.

$$\underset{x}{\text{MAX}} EU = p(x) V[w-y-x-l+q] + [1-p(x)] U[w-y-x]$$

C.P.O.

$$EU'(x) = p'(x)[V-U] - pV' - (1-p)U' = 0$$

$$EU'(x) = p'(x)[V(S_1) - U(S_2)] - EU' = 0$$

$$p'(x) (V-U) = EU'$$

A la différence du cas des utilités indépendantes des états de la nature, une pleine assurance ($q=l$) préserve un niveau positif des activités d'autoprotection car:

$$U(w-y-x) > V(w-y-x)$$

pour le même montant monétaire, l'individu préfère l'état "sans accident" car l'état "accident" lui procure de la désutilité. Cette situation est bien sûr étendue à tous les cas où $q \leq l$.

Supposons que pour $q = \bar{q}$, $V(S_1) = U(S_2)$. Dans ce cas, une solution en coin est obtenue et le "x" choisi sera nul. En fait le x choisi restera nul tant que le coût marginal (CM) d'autoprotection est supérieur au bénéfice marginal (BM) d'autoprotection; ceci dit, dans l'intervalle des valeurs $q < \bar{q}$, pour lesquelles l'individu n'est pas complètement compensé (au sens monétaire et de douleur), il existerait une gamme de valeurs q pour lesquelles le CM d'autoprotection est

toujours supérieur au bénéfice marginal d'autoprotection. La perte potentielle est encore assez petite pour amener l'individu à faire de l'autoprotection⁶. De la sorte, on aura une série de solutions en coin pour lesquelles $x^*=0$. Ainsi, si \bar{q} constitue la valeur seuil à partir de laquelle l'individu commence à s'autoprotéger, toutes les valeurs q en deçà de \bar{q} vont induire une solution positive pour x . La figure suivante montre la gamme des solutions en coin obtenues à l'aide de la C.P.O. ci-dessus:

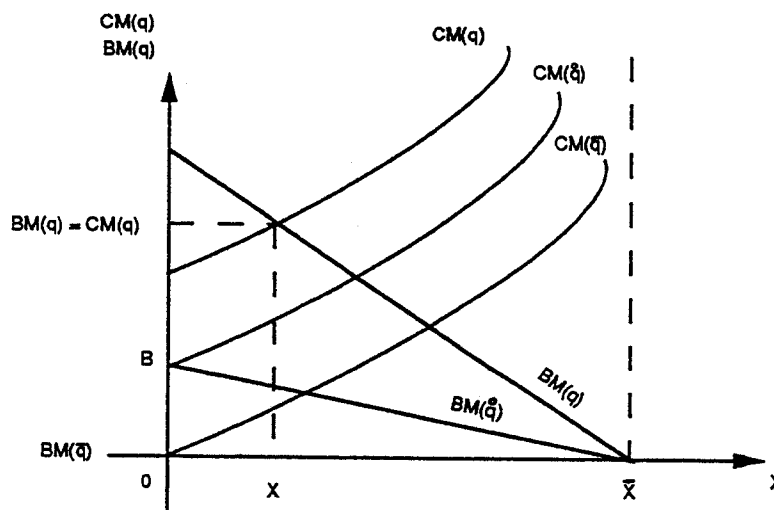


Figure 10: Coût marginal et bénéfice marginal d'autoprotection - Solutions en coin

Afin de simplifier le tracé de ces courbes nous avons supposé que $U'(S_2) \geq V'(S_1)$, afin que le BM et le CM soient constamment décroissant et croissant respectivement. La forme des courbes reste arbitraire et l'hypothèse $V''(S_1) < U''(S_2)$ nous assure une décroissance du CM (déplacement vers le haut quand q baisse). Rappelons que ces hypothèses ont été prises en considération seulement à des fins pratiques et moins compliquées pour tracer le graphique. Elles ne seront pas reconduites aux explications futures. Les solutions optimales sont obtenues à l'intersection des courbes de CM et de BM pour un même niveau d'assurance. Sur cette figure, une des solutions en coin est obtenue au point d'origine car la courbe $BM(\bar{q})$ est confondue avec l'axe des abscisses. L'autre solution en coin est celle obtenue au

⁶ Pour un raisonnement analogue, mais avec des utilités indépendantes des états de la nature, voir Pauly (1974).

point "B", point d'égalité entre $CM(\bar{q})$ et $BM(\bar{q})$. En effet, nous nous trouvons avec un continuum de solutions en coin réalisées sur le segment OB où les valeurs de q sont supérieures à \bar{q} et inférieures à \bar{q} ; les valeurs correspondantes à x pour cet intervalle sont nulles. Pour les autres solutions où x est positif la solution n'est pas moins complexe. Nous voyons sur la figure suivante que le niveau de sécurité choisi (en fonction de q) dépend des variations relatives du $CM(q)$ et du $BM(q)$ suite à une même variation Δq . Ainsi, on pourrait par exemple avoir pour valeurs x_{11} , x_{12} , x_{21} ou x_{22} , en fonction des déplacements relatifs de $BM(q)$ et $CM(q)$. Si le BM et le CM se déplacent de:

1.1) $BM(\bar{q})$ à $BM1$ et $CM(\bar{q})$ à $CM1$

alors la solution serait x_{11}

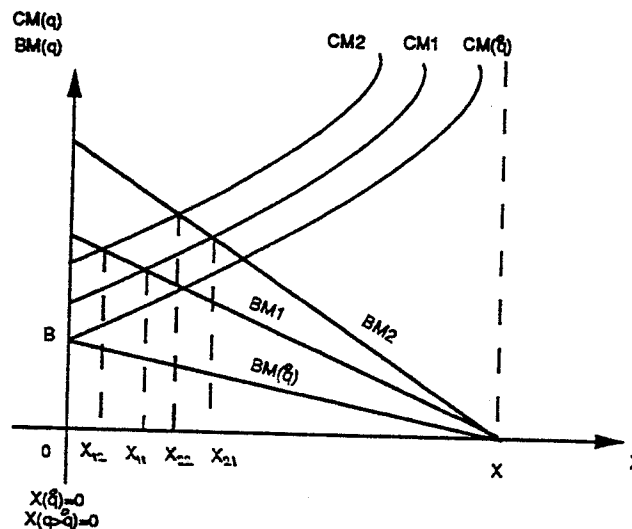


Figure 11: Coût marginal et bénéfice marginal en fonction de Δq

1.2) $BM(\bar{q})$ à $BM1$ et $CM(\bar{q})$ à $CM2$

alors la solution serait x_{12}

2.1) $BM(\bar{q})$ à $BM2$ et $CM(\bar{q})$ à $CM1$

alors la solution serait x_{21}

Rappelons les hypothèses posées pour le tracé du graphique, et analysons ces diverses situations.

Hypothèses relatives à la figure 11:

$$\text{HF.1} \quad U'(S_2) \geq V'(S_1)$$

$$\text{HF.2} \quad V''(S_1) < U''(S_2)$$

La C.P.O s'écrivait:

$$\begin{aligned} p'(x) [V(S_1) - U(S_2)] &= EU' \\ \text{BM}(\text{autoprotection}) &= \text{CM}(\text{autoprotection}) \end{aligned}$$

C'est clair que pour tout $q < \bar{q}$, les deux côtés de l'équation sont positifs; donc pour toutes les valeurs $q < \bar{q}$ les deux courbes se situent dans le cadran (+,+) du repère. Leur sens de variation⁷ est étudié à travers leurs dérivées partielles par rapport à x .

$$\frac{\partial \text{BM}}{\partial x} \leq \frac{\partial \text{CM}}{\partial x}$$

$$p''(x)[V(S_1) - U(S_2)] + p'(x)[U'(S_2) - V'(S_1)] \leq p'(x)[V'(S_1) - U'(S_2)] - EU''$$

Le CM est croissant et le BM est décroissant en x pour tous les cas où $U'(S_2) \geq V'(S_1)$. Dans les autres cas, où $U'(S_2) < V'(S_1)$, des contraintes supplémentaires sont nécessaires afin de maintenir un BM décroissant et un CM croissant.

Le BM sera décroissant si:

$$-p''(x)[V(S_1) - U(S_2)] > p'(x)[U'(S_2) - V'(S_1)]$$

$$\frac{-p''(x)}{p'(x)} > \frac{U' - V'}{U - V}$$

⁷ C'est la condition de second ordre de maximisation de l'espérance d'utilité par rapport à X .

Le BM restera décroissant tant que le pourcentage du gain de productivité marginale de la sécurité est supérieur au pourcentage de la perte d'utilité due à l'accroissement des dépenses de sécurité.

Le CM sera croissant si:

$$-EU'' > -p'(x) [V'(S_1) - U'(S_2)]$$

ou

$$-\frac{p'(x)}{p(x)} < -\frac{V'' - U''}{V' - U'} - \frac{U''}{p[V' - U']}$$

Le CM restera croissant tant que le pourcentage du gain de la productivité totale de la sécurité est inférieur au pourcentage de la perte de l'utilité marginale due à l'accroissement des dépenses de sécurité.

2.2 Montant optimal d'assurance

Le choix de la quantité optimale d'assurance à acheter sous l'aléa moral consiste à maximiser la fonction-objectif $EU [q, x(q)]$ sur q , tel que l'assuré soit en équilibre dans ses activités d'autoprotection, et que l'assureur n'encourt pas de perte. A cette fin, l'assureur offrira une police dont les termes dépendent de la quantité d'assurance au lieu des activités d'autoprotection (puisqu'il ne peut observer ces dernières):

$$y = p[x(q)]q$$

En prenant en considération cette contrainte de profits nuls, la C.P.O. relative au montant d'assurance sera:

$$EU'(q) = x'(q) \{p'(x)[V-U] - EU'\} - p'(x) x'(q)qEU' + p(1-p)[V' - U'] = 0$$

Les termes entre les accolades constituent respectivement le BM d'autoprotection dû à la baisse de la probabilité d'accident et le CM d'autoprotection dû à l'accroissement des dépenses de sécurité. En opérant son choix de sécurité (C.P.O

par rapport à x), l'individu ajuste son niveau d'autoprotection pour les équilibrer; Le contenu des accolades s'annule donc à l'optimum pour un x positif. Si le niveau $x^*=0$ -cas des solutions en coin précédemment signalées- alors $x'(q)=0$. Le dernier terme, $p(1-p)[V'-U']$, représente les coûts et bénéfices d'achat de couverture additionnelle à taux actuariel, en absence d'aléa moral. C'est le terme du milieu, $p'(x)x'(q)qEU'$, qui reflète l'existence d'aléa moral; il représente le changement dans la prime attribuable à une variation du taux de la prime par *unité* de couverture. A l'optimum, la C.P.O. relative au montant d'assurance sera réduite à:

$$-p'(x)x'(q)qEU' + p(1-p)[V'-U'] = 0$$

d'où:

$$q^* = \frac{p(1-p) [V'-U']}{p'(x) x'(q) EU'}$$

Si on suppose qu'en général, plus on achète de l'assurance moins on dépense sur l'autoprotection, alors:

$$\frac{\partial x}{\partial q} \leq 0$$

et l'inégalité stricte tient pour toutes les valeurs $q < q^*$. Il y a cependant des hypothèses sous-jacentes à cette supposition.

Hypothèses relatives au signe négatif de $\partial x/\partial q$

La différenciation de la C.P.O nous donne:

$$\frac{\partial x}{\partial q} = -\frac{\frac{\partial A}{\partial q}}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

Le dénominateur représente la CSO et est négatif à l'optimum. Le signe de $\partial x/\partial q$ sera donc donné par le signe de $\partial A/\partial q$.

$$\frac{\partial x}{\partial q} = \frac{1}{-CSO} \left\{ p'(x) \left[V' \left(1 - \frac{\partial y}{\partial q} \right) + U' \frac{\partial y}{\partial q} \right] - \left[p V'' \left(1 - \frac{\partial y}{\partial q} \right) - (1-p) U'' \frac{\partial y}{\partial q} \right] \right\}$$

Si l'assureur ne subit ni perte ni gain, alors on peut écrire:

$$y = pq$$

et

$$\frac{\partial x}{\partial q} = \frac{1}{-CSO} \left\{ p'(x) [(1-p)V' + pU'] + [p(1-p)(U'' - V'')] \right\}$$

$\partial x / \partial q$ sera *négalif* dans deux situations:

HS.1 quand $U'' \leq V''$

HS.2 quand $U'' > V''$ et la variation en valeur absolue du BM(q) l'emporte sur la variation du CM(q), c'est à dire:

$$-p'(x) [(1-p)V' + pU'] > p(1-p) (U'' - V'')$$

Proposition II:

- a) Si $\mathbf{x}'(q) < 0$, le marché d'assurance continue d'exister ($\hat{q}^* > 0$) tant que $V' > U'$.
- b) Si $\mathbf{x}'(q) > 0$ (hypothèse peu probable), alors le marché d'assurance continuera d'exister si $V' < U'$.

La preuve est déduite de l'équation ci-dessus de \hat{q}^* .

Notons que si on suppose que $\mathbf{x}'(q) < 0$, on admet implicitement que les hypothèses HS.1 ou HS.2 sont respectées. Nous supposons dans ce qui suit que $\mathbf{x}'(q) < 0$, car le niveau d'activités de prévention serait généralement réduit si l'individu achète plus d'assurance et vice versa. Tournons-nous maintenant vers le choix du montant optimal d'assurance dans ce cas-ci (proposition II.a).

L'équation de \hat{q}^* nous assurait l'existence d'un marché d'assurance avec AM dans le cas où $\pi'(q) < 0$ et à condition que:

$$V'(w-y-x-l+q) > U'(w-y-x)$$

Le choix optimal de q fait appel aux valeurs relatives que prennent $V'(S)$ et $U'(S)$ pour un même niveau de richesse S . Les nombreux cas qui se présentent à nous se résument ainsi:

i) Si $V'(S) = U'(S) \quad \forall S$, alors:

$$\hat{q}^* < l$$

Preuve:

Soit $S = w-y-x$

$$V'(w-y-x) = U'(w-y-x)$$

Si on retranche une quantité $(l - \hat{q}^*)$ positive des arguments de V on aura:

$$V'(w-y-x-l+\hat{q}^*) > U'(w-y-x)$$

tel que

$$l - \hat{q}^* > 0 \rightarrow \hat{q}^* < l$$

CQFD

On rappellera que dans le cas où il n'y a pas d'AM, on avait trouvé $\hat{q}^* = l$. Donc:

$$0 < \hat{q}^* < l = q^*$$

ii) Si $V'(S) < U'(S) \quad \forall S$, alors:

$$\hat{q}^* < q^* < l$$

Preuve:

Posons $S=w-y-x$

Si on retranche la quantité $(l-q)$ positive, de façon à avoir l'égalité:

$$V'(w-y-x-l+q^*) = U'(w-y-x)$$

On obtient le cas où il n'y a pas d'AM, avec:

$$l-q^* > 0 \text{ ou } q^* < l$$

Si on soustrait *en plus* une quantité b positive et inférieure à q^* , de façon à avoir l'inégalité:

$$V' \{w-y-x- [l-(q^*-b)] \} > U'(w-y-x)$$

On obtient le cas relatif à l'existence de l'AM avec:

$$q^* - b = \hat{q}^* \Rightarrow \hat{q}^* < q^*$$

et

$$l - q^* + b > 0 \Rightarrow \begin{matrix} q^* - b < l \\ \hat{q}^* < l \end{matrix}$$

en résumant, on a:

$$\hat{q}^* < q^* < l$$

CQFD

iii) Si $V(S) > U(S) \forall S$, alors:

$$\hat{q}^* < q^*$$

Preuve:

Posons $S=w-y-x$

Si on ajoute une quantité positive (q^*-l) aux arguments de V , de façon à avoir l'égalité:

$$V'(w-y-x+q^*-l) = U'(w-y-x)$$

on obtient le cas où il n'y a pas de l'AM avec:

$$q^* - l > 0 \Rightarrow q^* > l$$

Si on soustrait *en plus* une quantité b positive et inférieure à q^* , de façon à avoir l'inégalité:

$$V[w-y-x+(q^*-b)-l] > U'(w-y-x)$$

on obtient le cas relatif à l'existence d'AM avec:

$$q^* - b = \hat{q}^* > 0 \Rightarrow \hat{q}^* < q^* \quad \text{CQFD}$$

Afin de faire le parallèle avec les trois sous-cas énumérés à la section relative aux cas sans AM, nous reprenons ces derniers brièvement ici. Soit \bar{q} le montant d'assurance qui égaliserait les niveaux d'utilité dans les deux états de la nature:

$$V(w-\bar{y}-x-l-\bar{q}) = U(w-\bar{y}-x)$$

tel que $\bar{q} > l$

En absence d'AM, le montant optimal q^* qui serait choisi dépendra des valeurs relatives de \bar{V} et \bar{U} , tels que:

$$\bar{V} = V' \Big|_{q=\bar{q}} \quad \text{et} \quad \bar{U} = U' \Big|_{q=\bar{q}}$$

iii.1) Si $\bar{V} = \bar{U}$, alors:

$$\hat{q}^* < \bar{q} = q^*$$

En absence d'AM, on avait trouvé $q^* = \bar{q}$. Puisque $\hat{q}^* < q^*$, donc:

$$\hat{q}^* < \bar{q} = q^*$$

iii.2) Si $\bar{V} < \bar{U}'$, alors:

$$\hat{q}^* < q^* < \bar{q}$$

En absence d'AM, on avait trouvé $q^* < \bar{q}$. Puisque $\hat{q}^* < q^*$, alors:

$$\hat{q}^* < q^* < \bar{q}$$

iii.3) Si $\bar{V} > \bar{U}'$, alors:

$q^* > \bar{q}$ et \hat{q}^* peut être supérieur, égal ou inférieur à \bar{q} tant que $V'(S_1) > U'(S_2)$. Nous avons noté auparavant, qu'afin de maintenir un niveau d'activités de prévention positif, et pour empêcher les activités de déception (qui se traduisent par un x négatif), on avait posé la contrainte $q < \bar{q}$. Appliqué au cas présent, on aura:

$$\hat{q}^* < \bar{q} < q^*$$

Nous remarquons cependant, que c'est seulement dans ce troisième sous-cas du dernier cas (iii.3) que la contrainte $q < \bar{q}$ est nécessaire.

2.3 Statique comparative appliquée à la sécurité

2.3.1 La sécurité et la richesse

Si nous différencions la C.P.O. de maximisation de l'espérance d'utilité on obtient:

$$\frac{\partial x}{\partial w} = - \frac{\frac{\partial A}{\partial w} + \frac{\partial A}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial w}}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

Puisque le dénominateur constitue la C.S.O., il est négatif à l'optimum. Le signe de $\partial x/\partial w$ sera donc donné par le signe du numérateur. Si nous observons ce dernier nous remarquons qu'il est composé de deux termes: le premier, $\partial A/\partial w$, que nous appellerons «effet direct» explique la variation des dépenses de sécurité résultant directement de la variation de la richesse (w); le deuxième, $\partial A/\partial q \cdot \partial q/\partial w$, que nous appellerons «effet indirect», explique la variation des dépenses de sécurité résultant du changement de la couverture d'assurance, lequel changement a été induit en premier lieu par une variation de la richesse.

Si nous posons $y=pq$, nous aurons:

$$\frac{\partial x}{\partial w} = -\frac{1}{CSO} \left\{ p'(x)[V' - U'] - EU'' + [p'(x)[(1-p)V' + pU'] - p(1-p)(V'' - U'') \right\} \frac{\partial q}{\partial w}$$

Pour un individu riscophobe ($EU'' < 0$), le signe de $\partial x/\partial w$ reste ambigu. Analysons pour cela, les deux effets séparément et tirons en quelques conclusions.

• L'effet direct est représenté par:

$$\frac{\partial A}{\partial w} = p'(x)[V' - U'] - EU''$$

Si on considère que le marché d'assurance continuera d'exister ($\bar{q}^* > 0$) en présence d'aléa moral ($V' > U'$), alors l'augmentation (baisse) de la richesse va entraîner une baisse (un accroissement) du bénéfice marginal d'autoprotection (i.e. la variation du premier terme de l'équation ci-dessus), car l'assuré devenant plus (moins) riche, reçoit maintenant moins (plus) de satisfaction additionnelle relative à son montant de prévention Δx . L'accroissement de la richesse joue en partie le rôle d'une «autoassurance», et rend ainsi l'accroissement des activités d'autoprotection moins «utiles». A la limite, on peut observer un bénéfice marginal d'autoprotection nul quand la richesse tend vers l'infini; il suffit pour cela, de normaliser la richesse " w " à l'unité, et d'exprimer les activités d'autoprotection par rapport à la richesse (x/w).

Si on observe maintenant le deuxième terme de l'équation ci-dessus (i.e. la variation du CM d'autoprotection), alors on remarque que le CM d'autoprotection va baisser (augmenter) si l'individu devient plus (moins) riche. Ceci est dû principalement à la décroissance de l'espérance d'utilité marginale (hypothèse posée pour le cas d'un individu riscophobe) car le CM d'autoprotection est exprimé en termes d'utilité. L'effet direct total de la variation de la richesse sur le bénéfice marginal net d'autoprotection ($BMN=BM-CM$) résultera donc de la confrontation -en termes de grandeurs absolues- des effets directs partiels de Δw sur le BM et le CM d'autoprotection.

• L'effet indirect est représenté par:

$$\frac{\partial A}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial w} = \{ p'(x)[(1-p)V' + pU'] - p(1-p)[V'' - U''] \} \frac{\partial q}{\partial w}$$

Une variation de la richesse impliquerait un changement au niveau de la quantité d'assurance à acheter, laquelle quantité influencera les niveaux de BM et de CM d'autoprotection. L'effet indirect (total) d'une variation de la richesse (Δw) sur le BMN va dépendre principalement du signe de $\partial q/\partial w$. Tel que vu dans la section relative à la statique comparative appliquée à l'assurance, le signe de $\partial q/\partial w$ va dépendre lui-même du signe de $V'' - U''$. Prenons les deux cas suivants:

i) si $V'' - U'' > 0$, alors $\partial q/\partial w > 0$

Dans ce cas, l'effet indirect (total) d'un accroissement (baisse) de la richesse (Δw) sur le BMN serait la baisse (hausse) de celui-ci.

ii) si $V'' - U'' < 0$, alors $\partial q/\partial w < 0$

Dans ce cas, l'effet indirect (total) d'un accroissement (baisse) de la richesse (Δw) sur le BMN serait ambigu; il dépendra de l'impact relatif d'une baisse (hausse) de la couverture d'assurance sur le BM et le CM d'autoprotection.

Si l'impact sur le CM est plus important (en termes absolus) que sur le BM, alors l'effet indirect de l'accroissement (baisse) de la richesse serait la baisse (hausse) du BMN.

Récapitulons maintenant pour l'ensemble des effets (direct et indirect), à la lumière des signes de $\partial q/\partial w$.

- a) Cas où $\partial q/\partial w < 0$: si les accroissements de richesse (Δw), et de couverture d'assurance (Δq) ont des impacts plus importants sur le CM que sur le BM, alors la propension marginale à dépenser sur la sécurité serait négative - $\partial x/\partial w < 0$ - et on aura tendance à baisser les dépenses d'autoprotection si la richesse augmente, et vice-versa.
- b) Cas où $\partial q/\partial w > 0$: dans ce cas l'effet indirect est négatif. L'effet total (direct et indirect) dépendra donc du signe de l'effet direct, et au cas où ce dernier est positif, de son importance relative par rapport à l'effet indirect.

$$\frac{\partial x}{\partial w} < 0$$

si:

$$EU'' < p'(x)[V' - U'] + \{ p'(x)[(1-p)V' + pU'] - p(1-p)(V'' - U'') \} \frac{\partial q}{\partial w}$$

et $\frac{\partial x}{\partial w} > 0$ si l'inégalité ci-dessus est inversée.

2.3.2 La sécurité et la probabilité

Si nous différencions la C.P.O de maximisation de l'espérance d'utilité, on obtient:

$$\frac{\partial x}{\partial p} = - \frac{\frac{\partial A}{\partial p} + \frac{\partial A}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial p}}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

Le dénominateur constitue la C.S.O, et est négatif à l'optimum; le signe de $\partial x/\partial p$ sera donc donné par le signe du numérateur. Rappelons que le signe de $\partial q/\partial p$ est donné dans la section sur l'assurance.

$$\frac{\partial x}{\partial p} = -\frac{1}{CSO} \left\{ (V'-U')(-p'q+1) + qEU'' + [p'(x)[(1-p)V'+pU'] - p(1-p)(V''-U'') \right] \frac{\partial q}{\partial p} \right\}$$

Le signe de $\partial x/\partial p$ étant ambigu, analysons les signes des deux effets. L'effet direct est représenté par:

$$\frac{\partial A}{\partial p} = [V'-U'] [-p'q-1] + qEU''$$

Si on suppose qu'il n'y a pas d'opportunités d'activités de déception ($U > V$), et que le montant d'assurance (q) est supérieur à la DAP (ϕ), alors $[-p'q-1]$ est positif. L'effet direct sera positif si l'impact sur le BM [sur $-p'q(V'-U')$] est plus important que sur le CM [sur $(V'-U')-qEU''$]. Ce qui revient aussi à dire que $\partial A/\partial p$ est positif si:

$$(V'-U')(-p'q-1) > -qEU''$$

$\partial A/\partial p$ est négatif si l'inégalité ci-dessus est inversée.

L'effet indirect est représenté par:

$$\frac{\partial A}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial p} = \{ p'(x)[(1-p)V'+pU'] - p(1-p)[V''-U''] \} \frac{\partial q}{\partial p}$$

Il est positif si $\partial q/\partial p$ est négatif. Dans le cas où $\partial q/\partial p$ est positif, le signe de l'effet indirect devient ambigu.

Dans le cas où $\partial q/\partial p$ est positif, l'effet indirect sera négatif si l'impact de la variation exogène de la probabilité d'accident (Δp) est plus important (en termes absolus) sur le BM que sur le CM. Il sera positif si les conditions inverses sont réalisées. Le signe final des dépenses marginales d'autoprotection ($\partial x/\partial p$) reste ambigu, et dépend des forces relatives des effets directs et indirects.

2.4 Statique comparative appliquée à la DAP

Nous supposons que les dépenses d'autoprotection sont constantes.

2.4.1 La DAP et la richesse

Si nous différencions l'expression de ϕ , on obtient:

$$\frac{\partial \phi}{\partial w} = \frac{U' - V'}{EU'} - \phi \frac{EU''}{EU'} + \frac{\partial \phi}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial w}$$

où l'effet direct est constitué par les deux premiers termes. Le signe de cet effet est ambigu; ceci s'explique par le fait que l'A.M. dicterait un comportement à la baisse de la DAP –suite à un accroissement de w – alors que ce même accroissement rendrait l'individu "plus" riche, et donc plus enclin à payer plus pour de la sécurité additionnelle.

L'effet indirect est représenté par:

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial w} = \left\{ \frac{-[pU' + (1-p)V']}{EU'} - \frac{p(1-p)(V'' - U'')}{EU'} \right\} \phi \frac{\partial q}{\partial w}$$

Deux cas sont possibles:

- si $\partial q / \partial w > 0$

Alors dans ce cas l'effet indirect est négatif. Si, suite à un accroissement (baisse) de la richesse, on achète plus (moins) d'assurance, alors notre DAP pour de la sécurité additionnelle va baisser (s'accroître); ceci est très intuitif car l'achat d'une couverture supplémentaire d'assurance devient un "substitut" à un achat supplémentaire de sécurité.

- si $\partial q / \partial w < 0$

Alors l'effet indirect sera ambigu. Encore une fois, le signe de la disposition

à payer pour de la sécurité additionnelle ($\partial\phi / \partial w$) reste ambigu, et dépend des forces relatives des effets direct et indirect.

2.4.2 La DAP et la probabilité

Si nous différencions l'expression de ϕ , et fixons w on obtient:

$$\frac{\partial\phi}{\partial p} = \frac{q}{EU'} [V' - U' + \phi EU''] - \phi \frac{V' - U'}{EU'} + \frac{\partial\phi}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial p}$$

Les deux premiers termes du côté droit de l'équation constituent l'effet direct. Pour un individu riscophobe ($EU'' < 0$), qui ne peut opérer des activités frauduleuses ($\phi > 0$), en présence d'aléa moral ($V' - U' > 0$), cet effet direct est ambigu.

L'effet indirect est exprimé par:

$$\frac{\partial\phi}{\partial q} \cdot \frac{\partial q}{\partial p} = \frac{1}{EU'} \{ -[(1-p)V' + pU'] - \phi p(1-p)[V'' - U''] \} \frac{\partial q}{\partial p}$$

Il est positif si $\partial q / \partial p$ est négatif, et il est ambigu quand $\partial q / \partial p$ est positif.

En somme, le signe de la DAP résultant d'une variation exogène de la probabilité d'accident reste ambigu, et dépend toujours des forces relatives des effets direct et indirect.

Conclusion

Dans la première partie, nous avons considéré le cas où il n'y a pas d'aléa moral. Nous avons trouvé que la variation du montant d'assurance à acheter dépend de la grandeur relative de l'aversion absolue pour le risque dans les états de la nature. Quant aux deux quantités restantes, à savoir la dépense d'autoprotection et la

disposition à payer, elles évoluent sous les mêmes conditions. Leurs variations dépendent, d'une part, du changement du montant de couverture d'assurance (ci-dessus), et d'autre part, de l'espérance des mesures absolues de l'aversion au risque, et de l'écart entre ces mesures dans les différents états de la nature.

Dans la deuxième partie nous avons introduit les possibilités d'aléa moral. Nous y avons considéré les variations des dépenses d'autoprotection et de disposition à payer, et avons trouvé que tous les signes étaient ambigus. Afin de mieux comprendre les sources de cette ambiguïté, nous avons défini deux effets: un effet direct et un effet indirect. Si la richesse (ou le risque) de l'individu change, sa valorisation marginale du bénéfice et du coût d'autoprotection marginaux va changer; ce changement va affecter en partie les dépenses marginales d'autoprotection et la disposition à payer pour de la sécurité additionnelle. C'est ce que nous avons appelé l'effet direct. Simultanément, cette même variation de richesse (ou de risque) va affecter les décisions d'achat marginal d'assurance; ce changement de la couverture d'assurance va à son tour affecter les décisions d'autoprotection et de disposition à payer pour de la sécurité additionnelle. C'est ce que nous avons appelé l'effet indirect. En somme, l'effet total sur les dépenses de sécurité et sur la disposition à payer va dépendre des forces relatives des effets directs et indirects discutés plus haut.

ÉTUDE N° 3

QUESTIONNAIRE:

**APPLICATION DU CONCEPT DE DISPOSITION À PAYER
AU DOMAINE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE**

QUESTIONNAIRE:
APPLICATION DU CONCEPT DE DISPOSITION À PAYER
AU DOMAINE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

INTRODUCTION

Le but de cette étude se situe à plusieurs niveaux, dont la compréhension du processus de formation des dispositions à payer (DAP), et la déduction d'une valeur de la vie. Afin d'atteindre ces objectifs et d'effectuer les tests de certaines théories, nous avons développé un questionnaire (qui se trouve en annexe). Celui-ci se base sur les méthodes d'évaluation des biens contingents, et dont le point central est la disposition à payer pour le bien "baisse de risque d'accident routier". Cette étude comprend quatre parties: la première tente de faire la transition entre certaines théories (niveaux de risque, droits de propriétés, information....) et le questionnaire. Nous soulevons dans cette partie certains problèmes qui surgissent lors des évaluations des biens contingents, et proposons des façons de les éviter.

La deuxième partie aborde l'élaboration du questionnaire ainsi que la statistique descriptive. L'élaboration comprend les méthodes d'échantillonnage, la construction des scénarios en fonction des objectifs poursuivis à la partie précédente, et nos régions d'étude. Dans les méthodes d'échantillonnage nous avons inclus deux types de population: une population habitant à proximité des points noirs¹ et une autre habitant ailleurs. L'idée derrière ce découpage est de se demander si les personnes résidant près des points noirs étaient disposées à payer un montant différent de celui des personnes habitant ailleurs, et si c'était le cas, dans quel sens allait la différence. Suit dans cette même partie une section sur la statistique descriptive. Celle-ci concerne, entre autre, les perceptions de risque et leur connaissance,

¹ Un point noir est une intersection dangereuse. Il sera défini plus en détail ultérieurement.

l'efficacité des autorités dans la prise en charge des risques routiers, et aussi un ensemble de variables comportementales d'autoprotection (choix d'itinéraire, état des pneus, obéissance au code de sécurité routière dans des matières telles que la vitesse, l'arrêt au signal et la ceinture de sécurité).

La troisième partie pose l'hypothèse que les individus sont homogènes, et que seules les caractéristiques du risque déterminent les DAP pour la sécurité routière. Le niveau de risque initial, la taille des changements de risque et le risque conditionnel (mort s'il y a accident) constituent les caractéristiques du risque. Afin de déceler un éventuel impact de ces caractéristiques sur les DAP, nous effectuons une analyse des DAP par scénario et les comparons. Un scénario est une combinaison de risque de base (accident) et de risque conditionnel. Nous poursuivons par l'analyse des droits de propriété et leurs applications dans notre contexte, ainsi que les tests de l'effet de certitude. À partir de l'analyse des DAP pour des baisses de risque nous déduisons des valeurs de vie humaine dans chaque scénario et les comparons.

À la différence de la troisième partie, la quatrième partie ne suppose plus que les individus sont homogènes, et tente d'expliquer le processus de formation des DAP à l'aide des caractéristiques individuelles. Nous opérons des régressions linéaires afin de faire ressortir les variables les plus importantes dans la détermination des DAP. Une attention particulière est donnée aux activités d'autoprotection et aux points noirs.

1. TRANSITION DE LA THÉORIE AU QUESTIONNAIRE: QUELQUES REMARQUES

La diversité des disciplines (économie, psychologie, sociologie,...) traitant du concept de risque, fait que le problème d'évaluation des changements de risque n'est pas tâche facile. On pourrait toutefois se limiter à l'évaluation économique des bénéfices résultant de la réduction de risque, sans pour autant ignorer complètement l'apport des disciplines mentionnées quant à la perception et au traitement de l'information pour aboutir à l'évaluation des changements de risques.

1.1 Problèmes de mesure

Plusieurs problèmes concernant les mesures des évaluations individuelles viennent compliquer la controverse relative aux problèmes de mesure. C'est ainsi que d'après Kahneman (1984) l'expression des préférences peut conduire à une estimation de valeur erronée ("demande symbolique") dans le cas où il n'y a pas eu une expérience d'achat préalable; ceci n'encourage pas les tentatives d'évaluations basées sur les questionnaires. Ce problème pourrait être pris en considération en tirant des valeurs de deux changements de risques différents pour chaque individu. Ceci nous révélera les différences entre les possibilités des individus à rechercher leurs préférences. Le modèle utilisé ici reconnaît aussi que les valeurs exprimées vont dépendre des différences de revenus, d'éducation et de connaissances (relatives aux risques examinés); ceci permettra d'expliquer les différences de valeurs entre les individus.

Des tentatives avant-étude ("focus-group") ont suggéré que la réponse au problème de difficulté de mesure de valeur de biens contingents (ici c'est le changement de risque) ne faisant pas partie de la routine des décisions de consommation, était que l'analyste doit:

- spécifier clairement la classe des événements en question;
- donner les sources d'information à considérer;

1.2 Effets séquentiels

La recherche passée [Mitchell et Carson (1984), Randall, Hoehn et Tolley (1981) et Cuning, Brookshire et Schulze (1984)] sur le processus de révélation des valeurs a suggéré que l'ordre des questions d'évaluation dans un questionnaire pourrait influencer l'authenticité des valeurs fournies. Dans cette étude, la question de la deuxième DAP (Disposition à payer) était posée après celle de la première, constituant ainsi un montant additionnel. Cependant, les répondants ont eu connaissance à l'avance que la question posée concernera deux valeurs (relatives à deux changements de risque). Cette notification préalable a été utilisée dans le questionnaire afin de réduire l'effet potentiel séquentiel.

1.3 Les effets des niveaux de risque et des changements

Il existe trois dimensions de l'information sur le risque utilisé ici: le niveau de risque, la grandeur du changement de risque et l'ensemble spécifique des probabilités (accident et mort).

1.3.1 Niveaux de risque

Les recherches passées ont montré que le niveau de risque avant le changement (augmentation ou baisse) proposé peut affecter l'évaluation marginale de l'individu. L'importance du niveau de risque initial au niveau théorique (voir la revue de la littérature) est renforcée par le fait que ces niveaux de risques comportent de l'incertitude quand aux (vraies) connaissances techniques de ces risques d'accident et de mortalité.

Des auteurs tels que Fischhoff, Slovic et Lichtenstein (1980), Tversky et Kahneman (1974) et Kahneman et Tversky (1979) ont suggéré la prise en considération de certains éléments psychologiques dans l'analyse de situations impliquant un risque. Parmi ces facteurs on trouve l'effet d'ancrage (qu'on verra plus loin), la

représentativité (ou "justesse") des risques, et enfin la familiarité (ou disponibilité) de l'événement risqué. Pour ce qui est de la représentativité, un individu peut juger que les valeurs de risque qu'on lui propose ne sont pas représentatives des "vraies" valeurs selon lui, et ceci va affecter son aptitude à fournir une estimation de la valeur du risque. Une façon de régler ce problème serait de dire aux répondants que les niveaux hypothétiques qui leur sont proposés sont les vrais niveaux. Le facteur de familiarité suggère que les individus évaluent la probabilité d'un événement par sa familiarité. Plus un individu est informé (articles, journaux, télévision...) plus il est enclin à "surestimer" la probabilité de l'événement "connu". Le questionnaire permet d'examiner la relation entre le facteur de familiarité et les niveaux de risque initial en demandant aux individus le montant d'information (relative à l'événement en question) qu'ils possèdent.

1.3.2 La taille du changement de risque et le risque conditionnel

En plus du niveau de risque initial, deux autres éléments aussi importants viennent se greffer aux scénarios: la taille du changement de risque, et le rôle de la probabilité conditionnelle de mort étant donné que l'accident a lieu. Dans le questionnaire, les changements de risques d'accidents étaient gardés constants -en termes de pourcentage- à travers différents niveaux de risque initial. Par exemple, le changement en pourcentage à partir du niveau de risque initial (carte A de l'annexe) au niveau de risque intermédiaire (carte B de l'annexe) était la même pour les deux vecteurs du questionnaire. Aussi, le changement en pourcentage du niveau intermédiaire (B) au niveau final (C) est resté constant pour les deux vecteurs, mais à un pourcentage différent de celui du cas précédent (A → B).

En effet, chaque individu évalue deux changements de risque différents (du niveau A à B et de B à C). Puisque la littérature précitée suggère que l'individu répond plus facilement à des changements en pourcentage qu'à des changements numériques, les variations sont faites en pourcentages constants plutôt qu'en termes numériques constants.

Dans la tentative de présentation de l'information (en termes de probabilité) sur les

risques d'accidents routiers, on a découpé cette information en trois cercles qui reflètent l'accident, la mort si on est accidenté, et enfin la combinaison des risques d'accident et de mort. Voulant prendre en compte ces risques conditionnels, le modèle sera formé d'une matrice (2x2) à deux groupes de risque d'accident et deux niveaux de risque conditionnel.

1.4 Les droits de propriété (ou droit acquis)

La raison d'avoir intégré les droits de propriété dans le modèle relève de leur importance dans les littératures économique et psychologique. Du côté économique, c'est toute la question de la "disposition à payer" versus la "disposition à accepter" qui est abordée dans ce cadre des droits de propriété; c'est ainsi que les questions relatives à la volonté à accepter ont toujours été difficiles à poser. Ici c'est le format de la volonté à payer (plus facile dans ce contexte) qui a été utilisé. Du côté psychologique, il a été montré (Kahneman et Tversky (1979)) que, contrairement à l'hypothèse de l'espérance d'utilité, les gens avaient des préférences différentes (asymétriques) pour les gains par rapport aux pertes.

Afin de "mesurer" ces droits de propriété, on compare les évaluations des individus des changements de risque pour une réduction dans un niveau spécifique de risque avec une augmentation de même valeur. Ceci revient au même que de permuter les points de départ et d'arrivée du niveau de risque.

1.5 Caractéristiques du risque

Parmi les caractéristiques les plus importantes du risque, on peut citer la capacité de contrôler les risques, et la mesure dans laquelle ils sont volontaires. Weinstein et Quinn (1982) suggèrent que l'anxiété est un autre attribut important du risque qui peut influencer la disposition à payer pour des réductions de risque. En effet elle induit certaines personnes à ressentir de la désutilité car elles vivent le risque générateur d'anxiété.

1.6 Contexte du risque

Mitchell et Carson (1984) discutent du contexte d'une étude contingente en le définissant par deux de ses composantes à savoir que celui-ci comprend non seulement le cadre de l'entrevue, mais aussi le cadre mental créé par le contenu du questionnaire de l'entrevue. Schoemaker (1980) définit le contexte comme étant le résultat de ce qui se passerait quand les répondants évaluent la même information différemment dans un contexte différent. Son exemple montre que des répondants ont évalué les mêmes paris différemment selon qu'il s'agissait de loterie ou d'assurance.

Le contexte du risque peut comprendre aussi la façon dont le risque est expliqué à un individu, ceci influençant à son tour l'évaluation par le répondant du changement de risque. La réponse à la question du comportement occasionnellement "irrationnel" peut donc se trouver dans cette dernière composante du contexte.

1.7 Points d'arrivée du risque

Un aspect important dans l'évaluation des risques est l'effet de certitude (ou point d'arrivée). Tversky et Kahneman (1981) suggèrent que les gens évaluent une action réduisant la probabilité d'un événement indésirable à zéro (certitude) d'une façon plus élevée qu'une autre action réduisant la probabilité de la même valeur mais qui n'aboutit pas à enrayer tout le risque (i.e. la probabilité d'arrivée est non nulle). A l'aide d'un scénario précis, nous avons testé cette hypothèse.

1.8 Évaluation hypothétique et révélation des valeurs de risque

Parmi les aspects les plus importants dans les évaluations hypothétiques on peut noter le format (ou dimensions) de la question relative à la réduction de risque, le

traitement des perception de cette réduction, et le rôle de l'information. Voyons successivement ces trois aspects:

1.8.1 Le format de la question

Dans la présente étude on a utilisé deux formats différents -la question par classement contingent et la question directe- afin de découvrir les valeurs des réductions des risques d'accident. Notons que le présent travail ne prend en compte que la version de la question directe, l'autre version sera analysée dans une étude future. Dans la version de la question directe, l'interviewer demande directement aux répondants de donner leur montant maximum pour un changement de risque. En revanche, la version par classement exige du répondant qu'il classe un ensemble de cartes révélant des combinaisons alternatives de paiements et de niveau de risque. Notons que ces alternatives sont structurées de façon à éviter qu'un choix domine tous les autres, et à susciter des "tradeoffs" entre des paiements élevés et des risques faibles.

L'inclusion de la méthode par classement est soutenue par la littérature psychologique. Fischhoff et Cox (1984) suggèrent que le traitement ordinal de l'information est une tâche plus facile pour les répondants. Ils ont noté que ceci est important spécifiquement pour les tâches impliquant de l'information probabilistique ou les évaluations exigées lors des questionnaires hypothétiques. Pour ce qui est de la version de la question directe il y a aussi certains supports quant à son inclusion dans le modèle; c'est ainsi que l'utilisation de cette version minimise les chances d'ancrage des individus à un point de référence artificiel de l'entrevue (Tversky et Kahneman (1981)). Le point de départ utilisé dans les formats de jeux-enchères par itérations fournit aux individus un bon exemple d'ancre; il suggère un cadre de référence aux répondants pour prendre leur décision. Les études de Mitchell et Carson (1984) et Boyle et Bishop (1984) ont fourni une forte évidence du biais du point de départ prouvant ainsi l'effet d'ancrage. Ils ont trouvé une relation positive statistiquement significative entre les points de départ et la

disposition à payer. Néanmoins nous disent Desvougues, Smith et Mc Givney (1983), l'influence des points de départ ne va pas nécessairement dans un sens positif. Ils ont trouvé que dans le cas où le point de départ était de 125 \$ les itérations étaient à la baisse, alors que dans le cas où le point de départ était de 25 \$ il y avait un bon nombre d'itérations à la hausse. Le biais du point de départ n'est donc pas forcément à la baisse. Il ne faudrait cependant pas oublier qu'il y a un nombre substantiel de "paris" qui restent ancrés au point initial. Deux autres formats alternatifs sont les cartes de paiements avec ou sans référence. La carte de paiement avec référence consiste en différents montants (en dollars) avec pour chacun d'eux une référence à un bien public autre que celui étudié (exemple: défense nationale, protection du feu... etc). L'inconvénient d'une telle carte est que les individus semblent une fois de plus s'"ancrer" aux montants inscrits sur la carte. La carte de paiement sans référence consiste en un classement par ordre croissant de différents montants (en dollars) sans aucune référence. Il s'est avéré après son utilisation que cette carte de paiement n'était pas d'un grand secours pour les répondants. Pour ces raisons les cartes de paiement ont été omises dans la présente étude.

1.8.2 Les perceptions et l'information

Cummings, Brookshire (1984) suggèrent qu'il y a des aspects de la perception qui pourraient affecter l'"exactitude" de l'évaluation hypothétique. Afin de comprendre les perceptions de risque des individus, le questionnaire a été structuré de façon à introduire les notions de risque, et à découvrir les perceptions individuelles des différents types de risque avant de poser les questions d'évaluation. Par exemple, on a utilisé une échelle de risque afin de découvrir les perceptions individuelles du risque de mort causée par les accidents de la route. La conception du bien contingent a été ensuite définie comme étant le changement du risque. Ce changement de risque a été présenté non pas sous forme d'échelle, mais plutôt en utilisant des cercles. Le premier cercle a été utilisé afin d'identifier le

risque d'accident (le bien contingent); le second le risque conditionnel de mort si on est accidenté; et le troisième, le risque combiné: accident et mort.

2. Élaboration du questionnaire

2.1 Procédures d'échantillonnage

Le questionnaire que nous avons développé a été confié à une firme de sondage afin qu'il soit administré. Nous décrirons dans cette section les procédures poursuivies dans l'échantillonnage, la base de sondage ainsi que la cueillette de l'information.

2.1.1 Population cible

L'objectif global de l'étude était de découvrir et d'étudier les dispositions à payer des citoyens pour l'amélioration du réseau routier urbain. Un autre objectif poursuivi était celui de savoir si les personnes habitant à proximité d'un point noir¹ étaient prêtes à payer un montant plus grand (petit) que celui du reste de la population. La population cible est celle résidant dans la partie urbaine de Montréal; celle-ci a été divisée en deux sous-populations: une population habitant à proximité des points noirs, et une autre se trouvant ailleurs dans le territoire visé. Géographiquement parlant, ce territoire correspond à la partie centre de l'île de Montréal et comprend les municipalités suivantes: Côte St-Luc, Hampstead, LaSalle, Montréal, Montréal Ouest, Mont-Royal, Outremont, Ville St-Laurent, Ville St-Pierre, Verdun et Westmount.

¹ Un point noir est une intersection sur le terrain de la communauté urbaine de Montréal où il s'est produit au moins 21 accidents de la route par année pour trois années consécutives (1984-1985-1986). Pour plus de détails sur ces points noirs voir le travail de S. Messier (1989).

2.1.2 Base de sondage

Deux bases de sondage ont été effectuées, chacune correspondant à une des deux sous populations ci-haut mentionnées. Dans le cas de l'enquête auprès des personnes habitant autour des points noirs, les entrevues ont été réalisées à partir d'une énumération des logements résidentiels sur le terrain. Nous avons identifié quatre points noirs, et avons demandé à la firme de réaliser 50 entrevues pour chacun d'eux. L'identification de la population autour d'un point noir a été faite à l'intérieur d'un rayon d'un demi kilomètre de celui-ci. A l'intérieur du cercle, on a choisi aléatoirement 12 points de départ, dont chacun est constitué de deux coordonnées: un angle et une distance, par exemple, 40° et 0.15 km. L'adresse civique la plus près sert d'adresse de départ pour une grappe de 5 entrevues. L'enquêteur part de cette adresse et dénombre les logements de droite à gauche, et de bas en haut à l'intérieur d'un immeuble. Le premier logement choisi sera le numéro i où i représente un chiffre aléatoire de 1 à 5 tiré (par ordinateur) en même temps que les coordonnées. Les logements suivants seront choisis en incrémentant le chiffre précédent de 5. L'enquêteur procède alors à l'entrevue juste après l'énumération. Les ménages absents ce jour là ont été contactés plus tard. Par ailleurs, l'enquête menée auprès des personnes résidant ailleurs qu'à proximité des points noirs a été réalisée à partir d'une méthodologie différente de celle relative aux points noirs. C'est ainsi qu'un échantillon aléatoire de numéros de téléphones a été généré (par ordinateur) à partir de la liste des échanges téléphoniques couvrant le territoire visé. Ensuite, les ménages dont les numéros de téléphone ont été sélectionnés ont été rejoints par téléphone afin de prendre rendez-vous pour réaliser l'entrevue. Compte tenu de notre contrainte budgétaire, nous avons demandé à la firme d'effectuer 200 entrevues sur ce territoire, portant ainsi le total à 400.

2.1.3 Cueillette des données et résultats administratifs

Parce que le questionnaire comportait des aides visuelles, il était nécessaire de réaliser les entrevues en face à face à l'intérieur du domicile du répondant. Un pré-test du questionnaire a été effectué sur le terrain pour déceler une éventuelle incohérence du questionnaire et pour minimiser l'apparition de problèmes inattendus durant la cueillette des données. Ce pré-test a été réalisé du 12 au 23 août 1991 par quatre interviewers participants à l'étude. Ce pré-test a amené des changements mineurs au niveau de la présentation des questions et pratiquement aucun changement quant au contenu. Dix neuf interviewers ont participé à la cueillette des données qui s'est déroulée du 28 août au 15 octobre 1991. Ces interviewers ont au préalable reçu une formation d'une demie journée sur les objectifs de l'enquête, la compréhension du questionnaire et les aides visuelles. Le taux de participation s'est situé en moyenne à 50%; ce taux, estime la maison de sondage, est acceptable vu la longueur et la complexité du questionnaire. Le tableau ci-dessous résume cette situation.

TABLEAU I: Résultats administratifs

	Points noirs	Rendez-vous
Refus de participer	174	212
Inéligibles	14	15
Entrevues complétées	194	207
Taux de participation	52.7%	49.4%

2.2 Développement du questionnaire

Nous allons d'abord voir dans cette section la façon dont le questionnaire a été mis au point, pour introduire ensuite les aides visuelles, qui ont été centrales pour la compréhension du questionnaire, et les expliquer.

2.2.1 Le plan du questionnaire (et les scénarios du questionnaire)

Comme nous l'avons mentionné dans la section précédente, notre but était de diviser la population sondée en deux parties égales: une aux abords des points noirs et l'autre ailleurs dans la partie centre de l'île de Montréal. Ainsi, nous pensions avoir 200 entrevues dans chaque partie. Ceci n'a pas pu être concrétisé entièrement sur le terrain car les interviewers éprouvaient certaines difficultés avec les habitants d'un point noir en particulier. Le résultat est que nous avons obtenu 194 entrevues au niveau des points noirs sélectionnés et 207 ailleurs sur l'île de Montréal; cette petite différence s'avèrera négligeable lors d'une comparaison éventuelle entre les deux sous-populations.

Notre objectif d'échantillonnage au niveau des points noirs était de compléter une cinquantaine d'entrevues pour chacun d'eux, afin de pouvoir faire des comparaisons entre les différents points noirs de niveaux de gravité variables. Cet objectif a lui aussi été entravé par le même problème signalé ci-dessus où les sondeurs ont éprouvé certaines difficultés avec les citoyens du point noir n° 3. Ceci a résulté en un sous échantillonnage du point noir n° 3 et une compensation au niveau du point noir n° 2; le tableau II montre le nombre d'observations associé à chaque point noir.

TABLEAU II: Nombre d'observations des différents points noirs

Points noirs (jeu 2)	Observations
Point noir n° 1	49
Point noir n° 2	60
Point noir n° 3	34
Point noir n° 4	51
Total	194

Nous avons développé trois versions différentes du questionnaire, que nous avons appelé *jeux*. Ces jeux sont la combinaison de deux types de risques: un risque de base (ou risque d'accident) et un risque conditionnel (ou risque de mort si on est accidenté). Le tableau III reprend ces jeux sous les noms de E1, E2 et E3. Le jeu E2 a été construit avec les probabilités réelles alors que les autres jeux ont été mis au point de façon à faire ressortir l'importance des risques de base et conditionnel. Afin d'avoir un nombre élevé d'observations liées aux points noirs, les habitants résidant autour de ceux-ci ont tous reçu la version du jeu n° 2 du questionnaire. Les autres répondants ont reçu de façon aléatoire l'une des trois versions existantes. Tel qu'indiqué sur le tableau cité plus haut, le groupement de deux niveaux de risques par vecteur implique que chaque répondant fournira deux évaluations (deux DAP: dispositions à payer). Par exemple, le répondant recevant la version E2 du vecteur II fournira une DAP pour une réduction de risque de 1/10 à 1/20 et une autre pour une réduction de 1/20 à 1/80, avec un risque conditionnel égal dans les deux cas à 1/500.

Les accroissements marginaux de risques ont été développés de façon très spécifique afin de comprendre les réactions du répondant face à ces changements de risque. Ainsi, les changements de risque en pourcentage du niveau initial au niveau intermédiaire (première ligne d'un vecteur) ont été gardés constants à

travers toutes les versions, comme l'ont d'ailleurs été les changements en pourcentage du niveau intermédiaire au niveau final (deuxième ligne d'un vecteur). Il pourrait donc être possible de regrouper les réponses afin d'analyser les effets de différents changements de risque en pourcentage. En ce qui concerne les risques de base, la taille de la deuxième variation a été gardée constante et égale à 1.33 fois la taille de la première variation, à travers toutes les versions, à savoir:

$$1/10 - 1/5 = 1.33 \times (1/40 - 1/10) \text{ et}$$

$$1/20 - 1/10 = 1.33 \times (1/80 - 1/20)$$

Finalement, on peut dire qu'on a introduit deux types de symétries: la première au niveau des premières (deuxièmes) lignes des deux vecteurs, où les changements en pourcentage sont constants et la deuxième au niveau des risques de base, où les variations de risque des deuxièmes lignes des vecteurs sont une proportion constante des changements des premières lignes correspondantes. Ces symétries vont nous permettre de faire des groupements de réponses et d'examiner les effets des risques initiaux, ainsi que ceux des changements de risque. Pour tester l'effet du risque conditionnel, nous disposerons de deux sous échantillons, à savoir E2 et E3, alors que les autres tests (risque initial et variations de risque) se feront entre E1 et E3 et à l'intérieur d'un même sous échantillon E_i ($i=1...3$).

TABLEAU III: distribution de l'échantillon suivant les versions

Réduction du risque d'accident de base		Risque conditionnel de mourir si on fait un accident	
Vecteur	De	à	
			1/500 1/10
I	1/5	1/10	—
	1/10	1/40	
II	1/10	1/20	E2 N=256
	1/20	1/80	

2.2.2 Les aides visuelles

Selon la littérature spécialisée sur les probabilités, la présentation de ces dernières pose des problèmes. Ainsi Hershey, Kunreuther et Schoemaker (1982) ont trouvé des différences importantes dans les préférences des individus selon la façon de présenter les probabilités liées à des résultats incertains. D'autres études subséquentes ont trouvé la même chose (Fischhoff, Slovic et Lichtenstein, 1982), mais aucune n'a montré clairement la "meilleure" façon de présenter les probabilités. Selvidge (1975) conseille l'utilisation d'aides visuelles pour expliquer et présenter les probabilités: elle recommande d'utiliser une urne contenant plusieurs boules de même couleur et une autre de couleur différente. D'autres aides visuelles ont vu le jour dans des études d'évaluation contingente: des cercles de risques et des échelles (appelées aussi thermomètres) notamment ont été utilisés pour présenter des probabilités. Dans ce travail, nous avons utilisé ces deux aides dépendamment du but poursuivi: les cercles ont été montrés pour présenter les probabilités (objectives) aux répondants, et l'échelle a permis de connaître les probabilités perçues (subjectives) des individus participant à l'étude.

2.2.2.1 L'échelle des risques

Avant de rentrer dans le vif du sujet, nous avons voulu connaître les perceptions des individus quant à leur propre risque d'accident routier (et accessoirement d'autres risques). On leur a alors présenté une échelle sur laquelle figuraient plusieurs risques, exceptés les risques qu'on voulait connaître. L'échelle, qui est montrée en annexe, a été préalablement expliquée aux répondants et l'interviewer devait mettre l'accent sur certains aspects de celle-ci. Cette échelle comprend quatre fissures, constituant ainsi cinq niveaux de risques, partant du plus faible (bas de l'échelle) au plus élevé (haut de l'échelle). Chacun de ces niveaux est colorié de façon différente pour marquer les fissures entre les niveaux et pour expliquer la différence de risque importante entre chaque couple de niveaux successifs. Les couleurs sont en dégradé et commencent en pâle (bas de l'échelle) pour finir en

foncé (haut de l'échelle). Chaque niveau comprend cependant un ou plusieurs exemples de risques. Les exemples de risques concernent aussi bien des événements naturels, tels les inondations qui pouvaient affecter toute la population en général, que les risques propres à certaines activités (fumeur), ou professions (officier de police) et qui ne peuvent affecter que les personnes qui les pratiquent. Ces risques comprennent aussi des probabilités d'accident et de maladies. Ont figuré dans cette échelle, des risques "volontaires" tels ceux des parachutistes et des cascadeurs, et des risques "involontaires" tels le diabète et les accidents d'avion. Les risques de professions "ordinaires" ont été rajoutés afin que les répondants s'y reconnaissent; ces professions sont par exemple celles des banquiers, des ingénieurs, des agents d'assurance... etc. Au total nous avons présenté quatorze risques, et à chacun d'eux correspond une probabilité exprimée par rapport à une population de 100 000 habitants. L'échelle a été inspirée de celle présentée par Smith, Desvousges et Freeman (1985); les chiffres correspondent ainsi à des probabilités propres aux États Unis d'Amérique, probabilités qui sont très proches de celles prévalant au Canada. La présentation de l'échelle a été accompagnée d'un texte explicatif lu par l'interviewer en même temps que le répondant étudiait l'échelle. Tel que le montre une partie du texte joint au questionnaire qui se trouve en annexe, l'exemple donné met l'accent sur la différence entre les risques liés à certaines activités et ceux qui touchent toute la population: "...ceci signifie par exemple que durant l'année prochaine, 47 employés de la construction sur 100 000 mourront d'un accident de travail et que 15 personnes sur 100 000 mourront du diabète". Les probabilités apparaissant sur le côté de l'échelle devaient servir de références et aider les répondants à formuler leurs perceptions des risques qu'on allait leur présenter. On leur demandait ensuite de nous révéler leur propre risque de mourir suite à divers événements: un cancer, la pollution de l'air, une maladie du coeur, et un accident de la route. Les répondants devaient, soit révéler leur probabilité sous forme de chiffres (sur 100 000), soit pointer sur l'échelle des risques s'ils se sentaient incapables de déterminer avec précision leurs probabilités subjectives.

2.2.2.2 Les cercles de probabilités

Le problème qu'on devait étudier impliquait des probabilités à deux niveaux: une probabilité d'accident, et une probabilité de mort si on subit un accident. De ces deux niveaux de probabilités on déduit la probabilité de mourir suite à un accident de la route, qui est le résultat de la multiplication des deux probabilités précédentes. Nous avons présenté ces probabilités sous forme de cercles, car pensions-nous qu'elles seraient faciles à expliquer si on comparait la réalisation des événements à un tirage de roulette de jeux. Ainsi, dans le texte d'explication de ces cercles -qu'on peut consulter en annexe- on peut lire: *"On peut penser au risque comme étant une aiguille qu'on ferait tourner à l'intérieur d'un cercle. Plus la portion ombrée est grande et plus la chance que l'aiguille s'arrête sur celle-ci est grande."* Les enquêteurs ont ensuite donné des exemples pour chaque cercle de la carte, et expliqué chacun en mettant l'accent sur les deuxièmes et troisièmes cercles, plus difficiles à comprendre que le premier. Au niveau du deuxième cercle on a essayé d'expliquer que c'était un risque conditionnel en donnant des exemples tels l'état de santé d'un individu, sa résistance au moment de l'accident... etc. Le troisième cercle est expliqué comme risque combiné car il implique la combinaison des deux risques précédents. On mentionne aussi au répondant qu'il est obtenu en multipliant les probabilités des deux cercles précédents. Chaque cercle comporte deux titres: l'un faisant allusion au risque directement, et l'autre fournissant plus d'informations relatives à ces risques. Le risque de base, le risque conditionnel et le risque combiné sont titrés respectivement risque d'accident, risque de mort si on est accidenté, et risque combiné: accident et mort. Le titre: "possibilités" inscrit en bas du premier cercle rappelle que le risque d'accident est une possibilité parmi tant d'autres et peut affecter tout le monde. Le titre "comportement, constitution physique et résistance" explique bien quant à lui que la mortalité qui survient après un accident dépend aussi de ces facteurs qu'on appelle conditionnels. Le troisième cercle porte pour deuxième titre "personnel", expliquant que ce dernier risque combine les deux types de risques précédents en un risque global personnel. On aurait pu utiliser des cercles à la place de l'échelle pour connaître les perceptions individuelles des probabilités si celles-ci étaient assez élevées. Dans ce

cas on aurait demandé aux répondants de noircir des cercles vides pour indiquer leur perception des différents événements aléatoires. Ceci n'était cependant pas possible du fait que les probabilités objectives étaient très petites, et généralement inférieures à 1/360 (l'équivalent d'un rayon sur 360 rayons dans un cercle).

2.3 Région d'étude et sa population

2.3.1 Objectifs de localité

Nous avons pensé qu'il était préférable, afin de cerner notre sujet, de délimiter notre étude principalement (et non uniquement) à des quartiers qui ont enregistré un taux d'accident relativement élevé. L'intérêt d'une telle pratique réside à plusieurs niveaux. Tout d'abord, nous pensions que dans ces régions de sites dangereux, les populations possèderaient de l'information sur les accidents routiers que d'autres personnes ne possèdent pas; ensuite, que ces populations seraient plus coopératives dans les entrevues, minimisant ainsi les réponses biaisés dues au non intérêt de la personne au sujet de l'entrevue (les personnes qui considèrent les accidents de la route comme un faux problème risquent de répondre de façon très superficielle et hâtive). Ces motifs de choix de sites dangereux vont renforcer l'un des objectifs de l'étude, qui était de savoir si le fait de résider auprès d'un point noir avait un impact sur la DAP (disposition à payer) pour une amélioration du réseau routier.

2.3.2 Choix des points noirs

Pour délimiter les zones dangereuses, nous nous sommes basés sur le travail de Messier (1989) portant sur les traumatismes de la route sur l'île de Montréal. Résumons brièvement une de ses méthodes de détermination des sites dangereux. Cette méthode se base sur celle du "National Safety Council" qui applique une

pondération différente selon que l'accident est mortel, avec blessés, ou avec dommages matériels seulement (DMS). Cette méthode consiste à convertir tous les types de dommages, sur un site donné, en leurs équivalent DMS (elle est appelée EPDO ou "Equivalent Property Damage Only"). La pondération est comme suit:

$$EPDO = 9.5 (F+A) + 3.5 (B+C) + PDO$$

où

- F: nombre d'accidents fatals
- A: nombre d'accidents de type A
- B: nombre d'accidents de type B
- C: nombre d'accidents de type C
- PDO: nombre d'accidents de type DMS.

Cette formule n'est pas entièrement compatible avec les données dont on dispose au Québec, car celles-ci (telles que colligées par la Société de l'assurance automobile du Québec, SAAQ) ne comprennent pas les classements des accidents par types A, B, C; la SAAQ ne fait la distinction qu'entre les accidents mortels, avec blessés graves, avec blessés légers et avec dommages matériels seulement. Messier (1989) a donc adapté la formule aux types de données québécoises disponibles; l'équation des dommages matériels équivalents (DME) serait alors:

$$DME = 9.5 M + 3.5 B + DMS$$

où:

- M: nombre d'accidents mortels
- B: nombre d'accidents avec blessés
- DMS: nombre d'accidents avec dommages matériels seulement

Cette méthode a été appliquée aux 63 sites où les accidents ont été répétés sur les trois années d'étude, à savoir 1984, 1985 et 1986. Le tableau IV présente le classement par ordre décroissant des 63 sites en fonction de leurs DME. Sous le vocable "indice de Kentucky" est placée la mesure "DME" telle que formulée précédemment. Cette méthode de classement possède des avantages et des

inconvenients, mais nous n'entrerons pas dans les détails quant aux critiques qui lui sont adressées par les méthodes concurrentes². Nous avons toutefois retenu cette méthode, et avons sélectionné la moitié de notre échantillon autour de quelques sites dangereux. Nous devons prévoir faire 200 entrevues au niveau des points noirs, et avons donc opté - pour des raisons statistiques - de sélectionner quatre sites, comptant chacun une cinquantaine d'entrevues. Parmi la liste qui présente ces 63 sites, nous avons voulu sélectionner un sous ensemble qui serait relativement représentatif du degré de gravité moyen de l'ensemble; ainsi, nous avons choisi le site le plus dangereux (n° 1), le moins dangereux (n° 63), et deux sites intermédiaires (n° 21 et 42). En opérant ainsi, à intervalle de classement régulier (incrémenter d'une vingtaine à chaque fois), nous nous assurons d'inclure dans notre échantillon des sites à degrés de gravité différents, allant du plus dangereux (Langelier-Métropolitain) au moins dangereux (Cavendish-Sherbrooke), en passant par les sites moyennement dangereux (Côtes des Neiges-Van Horne et Berri-Henri Bourassa). L'autre avantage de ce choix est que ces sites sont situés dans des endroits géographiques différents, tels l'ouest de la ville, l'est, le nord et le nord-ouest. Cette différence géographique reflète à priori des ethnies différentes et probablement aussi des classes de revenu différentes, représentant ainsi - on l'espérait - la population de Montréal. A cause du manque d'unités économiques à logements, nous étions obligés de retirer le point noir n° 1 et de le remplacer par un autre qui ne posséderait pas cette lacune et qui s'en rapproche le plus possible. Le point noir le plus dangereux mais ne se situant pas sur l'autoroute métropolitaine a été choisi: l'intersection Jean Talon-Pie IX est venue alors remplacer celle de Langelier-Métropolitain.

² Pour plus de détails sur ces critiques le lecteur peut se référer au travail de Messier (1989).

**TABLEAU IV: Liste des 63 sites classés selon l'indice Kentucky
1984-1986 (source: S.P.C.U.M. cité dans Messier, 1989)**

Rang	Indice	Rue (1)	Rue (2)	Accidents mortels	Décès	Acc. avec blessés	Blessés	D.M.S	Total des acc.
1	285.5	Lange	Métro	0	0	45	68	128	173
2	248.5	Métro	Viau	1	1	44	69	85	130
3	212.0	Lacor	Métro	0	0	32	43	100	132
4	199.5	Jtalo	PieIX	1	1	30	45	85	116
5	192.5	Hbour	Papin	2	3	27	44	79	108
6	188.0	Berri	Ontar	0	0	26	35	97	123
7	185.5	Ccolo	Cremn	0	0	31	40	77	108
8	180.0	Cremn	Slaur	0	0	28	38	82	110
9	178.5	Jtalo	Lange	1	1	20	27	99	120
10	178.0	Rosem	Sdeni	0	0	34	58	59	93
11	176.5	Jarry	PieIX	0	0	27	32	82	109
12	175.5	Champ	Ontar	0	0	29	41	74	103
13	168.0	Acadi	Sauve	2	3	18	27	86	106
14	164.5	Jarry	Lacor	1	1	26	33	64	91
15	163.5	Lorim	Ontar	0	0	21	32	90	111
16	160.5	Ontar	Papin	0	0	23	28	80	103
17	160.5	Curat	Hoche	0	0	25	37	73	98
18	158.0	Dorch	Unive	0	0	22	24	81	103
19	157.0	Lange	Sherb	0	0	22	25	80	102
20	156.0	Dorch	Shube	0	0	28	44	58	86
21	155.5	Cdnei	Vhorn	1	1	18	18	83	102
22	153.0	Sherb	Viau	0	0	22	37	76	98
23	152.5	Cremn	Papin	1	2	18	23	80	99
24	149.5	Rache	Sdeni	0	0	29	32	48	77
25	147.5	Jtalo	Papin	1	1	24	31	54	79
26	147.5	Rosem	Viau	0	0	25	35	60	85
27	143.0	Scath	Sdeni	0	0	22	30	66	88
28	143.0	PieIX	Sherb	0	0	24	31	59	83
29	137.0	Ontar	PieIX	0	0	22	27	60	82
30	135.5	Dorch	Papin	0	0	21	34	62	83
31	134.5	Sherb	Peel	0	0	19	21	68	87
32	134.0	Papin	Sherb	0	0	20	23	64	84
33	133.0	Cremn	Smich	0	0	14	17	84	98
34	132.0	Beauc	Hoche	1	1	13	18	77	91
35	131.0	Decar	Pare	0	0	16	19	75	91
36	128.5	Jmanc	Sherb	0	0	17	21	69	86
37	127.5	Belan	PieIX	1	1	16	28	62	79
38	127.0	Cdnei	Cscat	0	0	16	22	71	87
39	123.5	Sdeni	Sherb	1	1	14	19	65	80
40	123.0	Berri	Cherr	0	0	18	21	60	78
41	122.5	Berna	Parc	0	0	17	19	63	80
42	121.5	Berri	Hbour	1	2	18	32	49	68
43	121.0	Acadi	Cremn	0	0	10	12	86	96
44	119.5	Cremn	Smich	0	0	15	18	67	82
45	118.5	Scath	Slaur	0	0	15	16	66	81
46	118.0	Cdnei	Qmary	0	0	18	22	55	73
47	117.5	Cscat	Decel	0	0	15	17	65	80
48	117.5	Jarry	Lange	0	0	11	15	79	90
49	116.5	Jarry	Slaur	0	0	19	26	50	69
50	115.0	Jtalo	Viau	0	0	14	23	66	80
51	112.0	Decar	Sherb	1	1	13	19	57	71
52	110.5	Ontar	Shube	0	0	15	27	58	73
53	110.5	Acadi	Hbour	0	0	15	22	58	73
54	110.0	Bruns	Sourc	0	0	8	13	82	90
55	110.0	Dorch	Jmanc	0	0	8	9	82	90
56	106.5	Caven	Cvert	0	0	11	18	68	79
57	106.0	Jmanc	Scath	0	0	12	12	64	76
58	106.0	Clark	Jtalo	0	0	12	16	64	76
59	103.0	Cdnei	Jtalo	0	0	10	13	68	78
60	99.0	Legen	Slaur	0	0	12	16	57	69
61	96.5	Sherb	Slaur	0	0	11	16	58	69
62	94.0	Cdlie	5700	0	0	12	12	52	64
63	81.0	Caven	Sherb	0	0	6	6	60	66

2.3.3 Caractéristiques socio-économiques de la population et de l'échantillon

Afin de mesurer le degré de représentativité de notre échantillon, nous avons confronté certaines catégories de notre étude à celle de Statistique Canada. Comme notre questionnaire a été administré en 1991, année de recensement, nous n'avons effectué aucun ajustement (tel le taux d'inflation, celui de la progression de la natalité...) aux variables moyennes de notre échantillon. Ceci dit, nous n'avons pas pu surmonter tous les obstacles afin d'offrir une comparaison parfaite des différentes catégories; ainsi, pour la presque totalité de l'information recueillie des documents de recensement, les individus concernés ont 15 ans et plus, alors que notre questionnaire ne s'adressait qu'à la population ayant 18 ans et plus. L'autre type d'obstacle concerne les classements découlant des questions posées: ainsi, comme le mentionne la note n° 3 en bas du tableau, nous avons supposé qu'une partie des personnes restant à la maison était sur le marché du travail. Néanmoins, nous avons pu adapter la grande majorité de nos variables à la classification de Statistique Canada afin de pouvoir faire aisément les comparaisons. Dans le tableau V, nous avons identifié la population cible comme étant celle des résidents de la RMR (Région Métropolitaine de Recensement) de Montréal. Sous cette rubrique figurent les données du recensement 1991, alors que sous celle nommée "échantillon" figurent les informations qui ont été recueillies lors de notre sondage. Si on compare les variables importantes pour la compréhension de notre sujet, nous remarquons que celles-ci sont assez similaires à travers les deux colonnes. L'âge moyen, la mobilité et les variables de revenu (d'emploi et total) sont presque identiques. Les variables de revenu du foyer et d'éducation, elles aussi importantes pour l'objet de notre étude, sont légèrement différentes les une des autres dans les deux colonnes. Ainsi notre échantillon comprend des foyers qui sont moins riches que le foyer moyen de la RMR de Montréal (40 334\$ contre 43 405\$), et que les individus de notre échantillon sont un peu moins éduqués que leurs pairs de la RMR (61.6 % contre 51.7 % des personnes n'ont pas suivi des études supérieures). Les autres catégories, moins importantes que celles qu'on vient de citer, comportent des similarités et des différences: les deux colonnes affichent pratiquement les mêmes chiffres quant au "sexe", la "langue", le "nombre moyen de personnes par

ménage" et le "taux de chômage". La valeur moyenne du logement de notre échantillon est quelque peu supérieure à celle de la population cible, celle-ci comptant un nombre de locataires moins élevé que celui de notre étude. Le taux de participation de la population à la force de travail est plus élevé dans la RMR de Montréal et la composition du revenu total le prouve. Si on se tourne vers le statut familial on voit que les différences sont plus marquées; les ménages de la RMR comprennent plus de personnes seules (27.2% contre 17.7%) et moins de ménages à 3 personnes (17.88% contre 24.7 %); cette différence dans le statut familial se renforce si on compare les classes d'âges des enfants dans les deux colonnes: pour toutes les classes d'âges on remarque une différence et celle-ci devient appréciable pour la catégorie des moins de 6 ans (24.32% pour la RMR contre 45% pour notre échantillon). Par contre si on compare le nombre d'enfants mineurs (moins de 18 ans) à la maison, on se retrouve avec quasiment les mêmes proportions (71.5% pour la RMR et 72.2% pour notre projet). En conclusion, nous pouvons affirmer que, mis à part quelques variables secondaires, les deux populations convergent dans les principaux paramètres économiques et sociaux.

TABLEAU V: Caractéristiques socio-économiques
de la population cible et de l'échantillon

Caractéristiques socio-économiques	population cible ⁽¹⁾	échantillon
SEXE ¹ pourcentage hommes	47.8 %	47.6 %
AGE ¹ moyenne médiane pourcentage 65 ans et plus	42.62 37.52 13.87 %	43.19 39.50 13.38 %
LANGUE pourcentage français	82.45 % ²	84.8 %

Caractéristiques socio-économiques	population cible ⁽⁰⁾	échantillon
MÉNAGES		
pourcentage avec 1 personne	27.20 %	17.7 %
pourcentage avec 2 personnes	31.52 %	36.4 %
pourcentage avec 3 personnes	17.88 %	24.7 %
pourcentage avec 4 à 5 personnes	21.27 %	20.0 %
pourcentage avec 6 personnes et plus	02.13 %	01.2 %
nombre moyen de personnes par ménage privé	2.50	2.55
ENFANTS		
pourcentage des 0---6 ans	24.32 %	45.0 %
pourcentage des 6---14 ans	35.62 %	22.0 %
pourcentage des 15--17 ans	11.56 %	05.2 %
pourcentage des 18--24 ans	19.07 %	16.2 %
pourcentage des 25 ans et plus	09.44 %	11.6 %
LOGEMENT		
pourcentage des locataires	53.31%	60.80 %
valeur moyenne du logement (\$)	144 459	167 583
MOBILITÉ		
pct. habitant même adresse pendant 5 ans ou plus	51.31 %	49 %
pct. habitant même adresse pendant 1 an ou plus	84.15 %	83 %
FORCE DE TRAVAIL¹		
taux de chômage	11.7 %	11.5 % ³
taux de participation	66.7 %	62.0 % ³
REVENU D'EMPLOI		
revenu moyen à temps plein (\$)	33 138	33 284
revenu moyen à temps partiel (\$)	15 491	17 792
REVENU TOTAL		
moyenne (\$)	23 677	22 751
médiane (\$)	19 264	20 000
COMPOSITION DU REVENU TOTAL⁴		
pct. revenus d'emploi	78.2 %	74.8 %
pct. transferts	11.5 %	14.0 %
pct. autres revenus	10.3 %	11.2 %
REVENU DU FOYER		
moyenne (\$)	43 405	40 334
médiane (\$)	36 257	35 000
ÉDUCATION¹		
pct. n'ayant pas suivi d'études supérieures	51.7 %	61.6 %

(0) Source: Statistique Canada, recensement 1991.

(1) Le recensement (1991) inclut toutes les personnes de 15 ans et plus, alors que notre sondage concerne les individus de 18 ans et plus.

(2) Ce chiffre fait abstraction des réponses multiples (plus d'une langue).

(3) Nous avons supposé que 20% des personnes "à la maison" sont à la recherche d'un emploi.

(4) Les revenus d'emploi sont constitués des revenus des personnes travaillant à temps plein ou à temps partiel, ainsi que les revenus des pigistes. Les transferts sont constitués des revenus des personnes recevant une allocation d'assurance chômage, ceux des assistés sociaux et des retraités, ainsi que les rentes d'invalidité.

2.3.4 Perceptions des risques et comportements face aux risques

2.3.4.1 Connaissances des risques d'accidents routiers

Afin de savoir si les répondants se tenaient au courant des accidents de la route, nous leur avons demandé s'ils avaient eu connaissance de quelque accident que ce soit, et ce durant les trois dernières semaines. Les moyens d'information cités dans la question étaient les médias, le *bouche à oreille*, ou la présence même sur le lieu de l'accident. Selon le tableau VI, parmi ceux qui ont répondu, il y a eu un peu moins des trois quarts qui ont dit avoir entendu parler d'accidents de la route durant la période précisée. Ce chiffre ne nous paraît pas assez élevé étant donné la fréquence de l'information traitant de ce sujet. Durant les pré-tests, il a été noté que les répondants interrogés le lundi étaient plus au courant des accidents routiers que les autres, ceci étant dû probablement aux informations transmises tous les lundis sur les hasards routiers de la fin de semaine. Ne possédant pas cependant les données relatives au jour (et à la date) de l'entrevue, nous ne pouvions faire une analyse formelle de ce phénomène. Au nombre de ceux qui ont dit avoir eu connaissance de ces accidents, nous leur avons demandé de combien d'accidents ils ont été informés. La grande majorité d'entre eux disait avoir été informée de deux à cinq accidents durant les trois semaines passées (voir tableau VII). Un nombre relativement important (15%) est celui de ceux ayant été informés de 11 accidents et plus durant cette même période. Rappelons que le nombre d'accidents au Québec pour trois semaines dépasse 9754³. Tous les répondants ont ensuite été interrogés sur le lieu de l'accident le plus récent dont ils avaient eu connaissance; Presque le quart d'entre eux ont indiqué leur quartier et près de la moitié en ont signalé la présence sur l'île de Montréal. Notons cependant que près de 15% des répondants ne savent pas (ou ne veulent pas répondre) où s'est produit le dernier accident connu (voir tableau VIII).

³ Ce chiffre comprend les accidents avec dommages corporels et ceux avec dommages matériels dépassant les 500\$.

TABLEAU VI:Connaissance des accidents de la route au cours des 3 dernières semaines

Connaissance	nombre	pourcentage
Oui	288	72.7
Non	108	27.3
Ne sais pas	5	-
Total	401	100

TABLEAU VII:Nombre des accidents de la route connus

Nombre des accidents de la route	Nombre	pourcentage
1 accident	56	20
2 à 5 accidents	125	45
6 à 10 accidents	55	20
11 accidents et plus	41	15
Ne sais pas	11	-
Ne s'applique pas	113	-
Total	401	100

TABLEAU VIII:Lieu de l'accident de la route le plus récent

Lieu du dernier accident de la route	nombre	pourcentage
Dans le quartier	75	21.9
Sur l'île de Montréal	149	43.6
Au Québec	99	28.9
En dehors du Québec	19	5.6
Ne sais pas	45	-
Ne répond pas	14	-
Total	401	100

2.3.4.2 Sensibilité aux accidents de la route

La première question consistait à demander au répondant de se substituer au décideur (politique) et de nous donner ses ordres de priorité quant aux règlements d'un certain nombre de problèmes humains. Cette question a été posée au répondant pour deux raisons: la première est celle de le mettre tout de suite *dans le bain* et la deuxième pour donner le ton des questions futures qui lui demanderont ses avis et estimations dans un problème aussi épineux que celui de sauver une vie. La deuxième est celle de situer les accidents de la route dans un éventail de problèmes rencontrés le plus souvent par les répondants et/ou leurs proches. Les problèmes auxquels il fallait trouver un ordre étaient au nombre de six: le cancer, les maladies du coeur, les accidents de la route, les accidents dus aux incendies des résidences, la mortalité infantile et enfin la pollution de l'environnement. Du fait que c'était la première question, le répondant était ignorant quant à l'objet précis de notre étude qui était celui relié aux accidents de la route; nous n'avons pas voulu mentionner cet objet afin de ne pas influencer le répondant dans son choix. Si on compare l'ordre de priorité de chaque colonne du tableau IX, on remarque le classement suivant selon la majorité des répondants (voir chiffres gras du tableau ci-dessus mentionné): le premier problème à régler sous une contrainte de budget est celui de la pollution de l'environnement, le deuxième celui du cancer, les troisièmes *ex æquo* ceux des maladies du coeur et des maladies infantiles, le cinquième celui des accidents de la route, et enfin le sixième celui des accidents dûs aux incendies des résidences. Si toutefois, nous utilisons un ordre de priorité indépendant du classement à l'intérieur de chaque colonne mais plutôt se basant sur les pourcentages de la majorité des personnes ayant classé ces problèmes, nous obtenons l'ordre suivant: pollution de l'environnement, cancer, maladies du coeur, accidents de la route, maladies infantiles, et en dernier les accidents dûs aux incendies de résidences. La tête du classement nous a énormément surpris, étant donné le nombre très restreint de cas connus de personnes souffrant de problèmes reliés à la pollution. Cette première place pourrait être le résultat de la sensibilisation récente de la population par les médias et les groupes de pression écologiques par rapport aux problèmes de santé

liés à l'environnement. Une autre raison qui pourrait expliquer cette tête de liste est peut-être les craintes à long terme des effets (actuellement inconnus) de l'exposition aux polluants. Bien que les problèmes intitulés "maladies du coeur", "accidents de la route" et "maladies infantiles" ont été classés troisième, quatrième et cinquième respectivement, ils sont tellement proches les uns des autres qu'on pourrait les classer tous à peu près au même niveau. N'est cependant pas une surprise de voir les accidents d'incendies se classer au dernier rang. Si nous adoptons maintenant une optique différente qui consisterait à régler un seul problème -le plus prioritaire- nous nous trouverons à comparer les premières lignes des différents problèmes. Là encore les problèmes reliés à la pollution viendraient couronner ce classement (36.6%); les maladies infantiles suivent loin derrière (17.7%) mais pas très loin des deux problèmes suivants à savoir, le cancer (16.9%) et les maladies du coeur (16.4%). Le problème qui nous intéresse -les accidents de la route- arrive en cinquième position avec seulement 12.1% des répondants qui estiment qu'on devrait le régler en priorité. Enfin, les accidents dus aux incendies des résidences ne récoltent quant à eux qu'un "maigre" 5.5% des répondants qui considèrent ce problème comme le plus prioritaire de tous ceux présentés.

En plus de demander un ordre de priorité subjectif, qui fait plus appel aux sentiments des répondants qu'à leur aspect "rationnel", nous avons voulu tester leur connaissance en matière de probabilité subjective; c'est pourquoi nous leur avons posé la deuxième question. Cette dernière leur demande de donner un ordre d'évaluation subjective des probabilités de mortalité du québécois moyen, suite aux problèmes suivants: une maladie du coeur, un cancer, un accident de la route, le sida et enfin un accident d'incendie. Par rapport aux problèmes cités plus haut (question 1.1), la pollution et les maladies infantiles ont été remplacées par le sida; cette substitution a été opérée car nous ne pensions pas que la "pollution" tiendrait la tête du classement. Afin de ne pas mettre beaucoup de pression sur le répondant en ce début d'entrevue, nous lui avons demandé seulement de classer les causes de mortalité présentées par ordre décroissant et non de fournir une probabilité précise. Notons que ces causes de mortalité ne s'adressent pas à lui, mais

TABLEAU IX:

Classement des problèmes selon l'ordre de priorité

Ordre de priorité	Pollution		Mal. infantile		Cancer		Mal. coeur		Acc. route		incendies résidences	
	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.
1	140	36.6	65	17.7	62	16.9	60	16.4	45	12.1	20	5.5
2	49	12.8	65	17.7	104	28.4	77	21.1	59	15.9	29	8.0
3	38	9.9	79	21.5	74	20.2	81	22.2	69	18.5	35	9.6
4	49	12.8	60	16.3	56	15.3	71	19.5	82	22.0	43	11.8
5	45	11.8	48	13.1	45	12.3	56	15.3	71	19.1	86	23.7
6	61	16.0	50	13.6	25	6.8	20	5.5	46	12.4	150	41.3
Tous pareils	14	-	27	-	31	-	30	-	26	-	31	-
Ne sais pas	2	-	2	-	1	-	2	-	1	-	2	-
Ne répond pas	3	-	5	-	3	-	4	-	2	-	5	-
Total	401	100	401	100	401	100	401	100	401	100	401	100

concernent plutôt le québécois moyen, retraçant par là même le niveau de connaissance du répondant par rapport aux risques de mortalité. Si on compare les chiffres de la première ligne du tableau X, pour connaître la première cause de mortalité, on aura l'ordre suivant: maladies du coeur, cancer, accidents de la route, sida et enfin accidents d'incendies. Cet ordre respecte l'ordre objectif, et selon la règle de la majorité, celle-ci possède les bonnes connaissances quant à l'ordre de classement (mais pas nécessairement les valeurs de probabilités). Si on fait la comparaison à l'intérieur de chaque colonne il y a cependant quelques nuances: le cancer est l'un des problèmes les moins connus, car 36% de la population le classe comme troisième, quatrième et cinquième cause de mortalité, alors que c'est la deuxième cause au Québec, non loin des maladies du coeur qui sont à la tête de toutes les causes de décès. De façon tout aussi étonnante, près du quart de la population participante estime que les accidents de la route occupent la première place dans les différentes causes de mortalité présentées. Si on observe la colonne intitulée "sida", la majorité pense que c'est la cinquième cause de mortalité parmi celles présentées, alors qu'objectivement le risque de mortalité associé au sida est plus de deux fois et demie celui associé aux incendies⁴. Enfin, la majorité de la population voit juste en plaçant les incendies de résidences au dernier rang des causes qui lui sont soumises; néanmoins, une partie presque aussi importante de la population sondée pense que les incendies de résidences devraient occuper le quatrième rang.

⁴ Dans la rubrique "incendies" publiée par la revue *Rapports sur la Santé*, (suppl. 12, 1988-1989) de Statistique Canada, celle-ci regroupe non seulement les incendies de résidences, mais en plus ceux des exploitations agricoles, des mines et carrières, des lieux industriels et de récréation, des routes et des immeubles publics. Cette constatation fait que le risque associé au sida serait beaucoup plus grand que deux fois et demie celui associé aux incendies de résidences seulement.

TABLEAU X:

Différentes causes de mortalité classées selon la probabilité subjective du répondant

Ordre	Mal. coeur		Cancer		Acc. route		Sida		Acc. Incendies	
	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.
1	157	41.0	104	27.4	95	24.8	30	7.9	4	1.1
2	133	34.7	139	36.6	81	21.1	24	6.3	9	2.4
3	72	18.8	103	27.1	131	34.2	49	12.9	28	7.4
4	16	4.2	27	7.1	49	12.8	117	30.7	163	43.4
5	5	1.3	7	1.8	27	7.0	161	42.3	172	45.7
Toutes pareilles	11	-	14	-	11	-	11	-	15	-
Ne sais pas	3	-	3	-	4	-	3	-	4	-
Ne répond pas	4	-	4	-	3	-	6	-	6	-
Total	401	100	401	100	401	100	401	100	401	100

TABLEAU XI:

Degré de gravité du problème "accidents de la route"

Avls des répondants	nombre	pourcentage
Pas du tout grave	1	0.3
peu grave	16	4.0
moyennement grave	89	22.4
assez grave	171	43.1
très grave	120	30.2
Ne sais pas	4	-
Total	401	100

Avec la troisième question (Q2 du questionnaire) on commençait à préciser un peu plus l'objet de notre étude en demandant au répondant de nous donner son avis sur le degré de gravité du problème des accidents de la route au Québec. Pris isolément, ce problème a été considéré par près des trois quarts (73.3%) de notre échantillon comme étant un problème "assez grave" ou "très grave". Très peu (4.3%) est le nombre de personnes considérant ce problème comme "pas du tout grave" ou "peu grave"; le tableau XI indique ces résultats. Il faudrait selon nous analyser ce tableau avec celui de la première question ci dessus (Q1.1) afin de pouvoir tirer des conclusions, car selon le tableau IX de la question Q1.1, les accidents de la route sont relégués au cinquième rang quant à l'ordre de priorité pour régler les problèmes précités. Rappelons que lors de cette question (Q2) il n'a pas été imposé de contrainte budgétaire et les accidents de la route ont été traités comme un problème isolé et sans concurrents.

Au niveau de la question 5 du questionnaire, le sujet d'intérêt devenait de plus en plus précis pour les répondants à qui on posait alors la question de trouver les "coupables" des accidents de la route. On leur proposait quatre choix possibles qu'il devaient ordonner: les conducteurs, l'état des routes, la signalisation et enfin les piétons et/ou les cyclistes. Le tableau XII résume les résultats de cette question. A la première ligne de ce tableau, on lit l'ordre (décroissant) suivant: conducteurs, état des routes, signalisation et piéton/cycliste. Notons que le nombre de personnes estimant le comportement des conducteurs à la base des accidents de la route (parmi les autres raisons présentées) est très important (320 personnes). L'état des routes -en tant que première cause des accidents- suit les "conducteurs" loin derrière, avec seulement 34 personnes qui supportent ce classement. Si on prend maintenant chaque cause isolément en observant le rang attribué par la majorité (relative), on aura le classement suivant: les conducteurs se classent au premier rang, avec 82.3% de la population qui pense ainsi; les piétons/cyclistes occupent la deuxième place (41.8%); l'état des routes prend la troisième place (36.4%) et la signalisation est vue comme dernière cause des accidents routiers par 47.9% de la population. En somme, ce qui ressort de façon claire de ce tableau est que le

comportement des conducteurs en général (habileté, respect des lois, alcool au volant..etc) est la principale cause des accidents de la route au Québec.

2.3.4.3 Perceptions des risques

Avant de commencer à poser les questions d'évaluation (Q7.1 à Q12) et de présenter les probabilités liées aux accidents de la route, nous avons voulu évaluer les perceptions des individus quant à certains risques de décès. Parmi les risques de mortalité présentés, le cancer, les maladies du coeur et les accidents de la route sont courants et connus; l'autre risque -la pollution de l'air- n'est encore connu ni de la population ni des scientifiques, mais il semblerait que le nombre de décès liés directement à la pollution de l'air est soit inconnu soit très petit. Une échelle de risques (voir annexe) leur a été présentée et expliquée avant de poser la question sur l'évaluation subjective de leur probabilité de décès suite aux risques précités. L'horizon temporel de la probabilité qu'on leur demande est l'année, et l'échelle présentée possède ce même horizon. Le tableau XIII présente ces probabilités subjectives en les résumant par rapport aux points d'ancrage apparaissant sur l'échelle. Ce ne sont pas toujours les mêmes valeurs des points d'ancrage que les répondants ont exprimé, mais nous avons rapproché les valeurs exprimées du point d'ancrage le plus près; ceci a été effectué afin de faciliter la compréhension du tableau. Nous remarquons que pour tous les problèmes cités, la distribution est uniforme avec cependant quelques concentrations d'observations. Nous appelons "concentration" toute population constituée de 10% ou plus de l'échantillon. Pour les deux premières colonnes -cancer et maladies du coeur- nous notons un fait assez inattendu et qui s'exprime par des concentrations en haut et en bas l'échelle: ainsi, 15% de la population estime que ses risques de décès suite à un cancer sont similaires à ceux de mourir à la suite d'une inondation; aussi, 11% de l'échantillon estime que sa probabilité de décès survenant après un cancer est similaire à celle d'un constructeur de navires mourant sur le chantier; enfin, une proportion relativement importante de la population (16%) pense que ses risques de décès liés

TABLEAU XII:

Les causes des accidents de la route

Cause selon l'ordre	Conducteurs		État des routes		Signalisation		Piéton-cycliste	
	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.
1	320	82.3	34	9.0	22	5.9	15	3.9
2	40	10.3	114	30.3	70	18.6	160	41.8
3	19	4.9	137	36.4	104	27.7	114	29.8
4	10	2.6	91	24.2	180	47.9	94	24.5
Toutes pareilles	11	-	19	-	20	-	12	-
Ne sais pas	1	-	5	-	3	-	4	-
Ne répond pas	-	-	1	-	2	-	2	-
Total	401	100	401	100	401	100	401	100

au cancer est comparable à celle d'un fumeur (un paquet ou plus de cigarettes par jour). Si nous prenons le risque objectif de mortalité suite à un cancer, nous obtenons le chiffre 206⁵ sur 100 000; ce chiffre correspond au risque de décès d'un parachutiste pratiquant son activité. En comparant ce chiffre aux probabilités exprimées autour du risque de mortalité d'un parachutiste (constructeur de navires à fumeur) nous obtenons que le tiers de la population de l'échantillon se rapproche de la probabilité objective dans l'estimation de sa propre probabilité. Ce résultat, fort encourageant, ne devrait pas voiler notre inquiétude quant aux 15% de la population qui estiment que leurs risque de décès suite à un cancer est comparable à celui d'une inondation, qui ne se produit que 0.05 fois sur 100 000. L'interprétation et les conclusions du problème des maladies du coeur sont similaires à celles du cancer. Les concentrations se situent aussi au niveau de l'"inondation" et du "fumeur". La probabilité objective publiée par Statistique Canada est de 223⁶ sur 100 000, se situant elle aussi légèrement au dessus du risque du "parachutiste". Aussi, comme dans le cas du cancer, un peu plus du tiers (34%) des estimations de la population se situe autour du risque du "parachutiste". Encore dans ce cas, un nombre relativement important de la population (13%) estime que son risque de décès suite à un problème cardiaque est comparable à celui qui surviendrait après une inondation. En ce qui a trait au problème de la pollution de l'air, les concentrations des estimations se situent au bas et au milieu de l'échelle. Plus précisément, 24% de la population estime que son risque de décès suite à un problème de polluants de l'air se situe au même niveau que celui de mourir suite à une inondation. La concentration des estimations à ce niveau prouve qu'il y a au moins presque le quart de la population qui a une bonne idée des risques de mortalité inhérents à la pollution de l'air. Rappelons qu'à Montréal nous connaissons au moins deux sources d'information qui publient quotidiennement des indices sur la qualité de l'air: il s'agit d'une chaîne de télévision spécialisée et d'un centre de contrôle qui inscrit ses informations au niveau d'une station de

⁵ Ce chiffre publié par Statistique Canada (1990) est le dernier connu dans les statistiques de mortalité et concerne l'année 1988.

⁶ Voir 5.

méto. Ces indices sont presque tout le temps au dessous de la moyenne critique estimée par les scientifiques. Notons que nous ne connaissons au Canada aucune publication majeure qui rendrait compte d'un taux de mortalité qui serait directement lié à la pollution de l'air (ou même de l'environnement). L'autre concentration se situe à un niveau moyennement bas de l'échelle, à savoir celui d'un banquier ou d'un ingénieur (11%). Autant les "*maladies du coeur*" et le "*cancer*" se ressemblaient au niveau des concentrations des estimations, autant celles des "*accidents de la route*" et de la "*pollution*" sont diamétralement opposées. Ainsi, les concentrations des "*accidents de la route*" se situeraient en haut de l'échelle et au milieu (relativement élevé). Treize pour cent de l'échantillon estime que son risque de mortalité découlant d'un accident de la circulation est équivalent à celui d'un fumeur (un paquet ou plus par jour). La deuxième concentration se trouve quant à elle proche de l'"*officier de police*" dont le risque de mourir en pratiquant sa profession est de 22 sur 100 000. Cette probabilité est assez proche de la probabilité objective publiée par la SAAQ (Société de l'assurance automobile du Québec) et qui est de 15.06⁷ sur 100 000, chiffre presque identique à celui du "*diabète*". Notons aussi que les estimations se situant autour du risque "*diabète*" ("*accident à la maison*" à "*officier de police*") constituent 23% du total des estimations. Un niveau de probabilité extrême qu'on ne peut pas expliquer est celui des répondants déclarant leurs risques de mourir suite à un (ou plusieurs) des événements proposés nuls. L'autre cas extrême -probabilité supérieure ou égale à 2 000 sur 100 000- pourrait être expliqué pour certaines personnes seulement: les événements liés aux maladies (cancer et maladies cardiaques) pourraient trouver leurs explications dans l'état actuel de santé des répondants ayant exprimé ces fortes probabilités, mais ceci n'est qu'une hypothèse. Le cas des accidents de la route pourrait quant à lui trouver quelques explications dans le comportement quotidien des répondants sur les rues et les routes; ceci reste également une hypothèse qui est difficilement vérifiable. La réponse des dix individus qui estiment leur probabilité de mourir suite à la pollution de l'air équivalente à celle d'un

⁷ Chiffre publié par la SAAQ dans le Dossier Statistique de son Bilan Routier de 1991 (janvier à décembre 1991). Ce chiffre n'a pas été ajusté du fait que 1991 a aussi été l'année de l'entrevue.

cascadeur porte à croire que certaines personnes n'ont aucune idée des "vraies" probabilités, surtout dans un domaine où on n'observe pratiquement pas de mortalité liée à la pollution de l'air.

TABLEAU XIII:

Risques annuels de certaines causes de mortalité révélés
à partir de l'échelle des probabilités

Risque de mort annuel		Cancer		Maladies coeur		Pollution		Acc. route	
Ancrage	risque sur 10 ⁵	Nbre	pct (%)	Nbre	pct(%)	Nbre	pct (%)	Nbre	pct (%)
Aucun	0	17	5	4	1	8	2	2	1
Inondation	0.05	57	15	47	13	83	24	29	8
Empoisonnement	0.6	3	1	2	1	18	5	13	4
Accident d'avion	0.8	22	6	14	4	29	8	13	4
Incendie-résidences	2.8	13	3	10	3	16	5	23	6
Agent d'assurance	4	18	8	18	5	20	6	24	7
Banquier/ingénieur	6	29	8	27	8	38	11	34	9
Accident-maison	11	19	5	28	8	13	4	11	3
Diabète	15.1	9	2	16	5	13	4	31	8
Officier de police	22	16	4	21	6	12	3	44	12
Constructeur bâtiment	47	22	6	24	7	22	6	2	1
Constructeur navires	99	42	11	27	8	20	6	33	9
Parachutiste	200	21	6	31	9	19	6	31	8
Fumeur	300	61	16	61	17	22	6	49	13
Cascadeur	2000	14	4	20	6	10	3	29	8
Ne sais pas	-	28	-	51	-	58	-	33	-
Total		401	100	401	100	401	100	401	100

TABLEAU XIV:

Probabilités subjectives et objectives (sur 10⁵) de différents événements proposés
(estimations subjectives extrêmes exclues)

Statistiques	Cancer	Maladies du coeur	Pollution de l'air	Accidents de la route
Moyenne "subjective"	153	188	82	200
Écart-type de la variable	351	405	266	442
Écart-type de la moyenne	19	22	15	23
Observations valides	354	343	338	356
Moyenne "objective" ^(a)	206	223	ND ^(b)	16

(a) Source: Statistique Canada (1990) et SAAQ (1991).

(b) ND : non disponible

Les valeurs des probabilités moyennes du tableau ci-dessus ont été calculées en retranchant les évaluations se situant à l'extérieur de l'échelle présentée car considérées comme des estimations exagérées; c'est ainsi qu'ont été exclues toutes les personnes qui avaient estimé leur risque à zéro, de même que celles ayant exprimé des probabilités supérieures à celles du "cascadeur". Nous pensons que ces individus sont ignorants des risques des événements exagérés, comme le cas (extrême) d'un répondant ayant exprimé une probabilité de mort suite à un accident de la route équivalant à 90%. Comparons maintenant les moyennes des probabilités exprimées (subjectives) à celles qu'on observe dans la province de Québec (objectives): pour les causes de mortalité associées au "cancer" et aux "maladies du coeur", nous observons que les individus interrogés sous-estiment quelque peu les "vraies" probabilités, avec cependant un rapprochement du "vrai" risque pour ce qui est des maladies du coeur. Néanmoins, cette sous-estimation n'est pas aussi importante que la sur-estimation observée lors de la comparaison des probabilités subjectives et objectives, relatives à la mortalité découlant des accidents de la route;

la probabilité exprimée est presque treize fois la probabilité observée au Québec pour la même année. Cette constatation vient renforcer certaines thèses psychologiques selon lesquelles les individus sous-estiment les événements à fortes probabilités et sur-estiment ceux ayant de faibles probabilités de réalisation (Fischhoff et al., 1981). Cette tendance, nous dit Viscusi (1985), ne devrait pas constituer une irrationalité, mais plutôt un processus bayésien rationnel d'apprentissage, où l'individu révisé ses croyances antérieures (probabilités subjectives) vers la "vraie" valeur. Ne disposant pas de données sur la mortalité liée aux problèmes de la pollution de l'air, il nous est impossible de comparer les probabilités exprimées à celles observées. Par contre nous pouvons affirmer que cette probabilité (subjective) reste encore très forte car elle équivaut à plus de cinq fois le risque de mourir d'un accident de la route. Ce résultat n'est pas surprenant car les événements hautement publicisés bénéficient souvent d'une "prise de conscience" et sont ainsi sur-estimés (Combs et Slovic, 1979). Si nous comparons maintenant les différents écarts-types des moyennes des probabilités des événements proposés nous remarquons qu'ils se situent tous à peu près au même niveau, avec toutefois une dispersion moindre quant aux probabilités liées à la "pollution"; cette constatation découle du nombre relativement élevé de répondants ayant exprimé une probabilité autour de 0.05 sur 100 000.

TABLEAU XV:Probabilités subjectives de la mortalité suite aux accidents de la route (sur 100 000)

Probabilités	Nbre	Pourcentage	Probabilité	Nbre	Pourcentage
0.01	1	0	40.00	3	1
0.04	1	0	47.00	19	5
0.05	16	4	49.50	5	1
0.06	2	1	50.00	17	5
0.08	1	0	55.00	1	0
0.10	7	2	60.00	2	1
0.11	1	0	75.00	2	1
0.22	1	0	80.00	1	0
0.50	1	0	88.00	1	0
0.80	6	2	99.00	11	3
0.88	1	0	100.00	16	4
1.00	5	1	125.00	1	0
2.08	1	0	149.50	2	1
2.80	11	3	150.00	2	1
3.00	1	0	175.00	1	0
3.40	1	0	200.00	25	7
4.00	12	3	250.00	6	2
5.00	11	3	300.00	27	7
6.00	7	2	400.00	3	1
7.00	3	1	500.00	8	2
8.00	3	1	600.00	2	1
10.00	11	3	700.00	1	0
11.00	22	6	800.00	1	0
12.00	1	0	1000.00	7	2
15.00	11	3	2000.00	17	5
15.10	6	2	3000.00	2	1
17.00	1	0	6000.00	1	0
20.00	4	1	10000.00	4	1
22.00	13	4	25000.00	1	0
25.00	3	1	50000.00	3	1
30.00	10	3	90000.00	1	0
			Ne sais pas	33	-

TABLEAU XVI:

Probabilités subjectives classées de la mortalité suite aux accidents de la route
(sur 10⁵)

Classes de probabilités	Nombre	Pourcentage
- 0.80	37	10
0.80 - 6	50	13
6 - 30	88	24
30 - 99	62	17
99 - 300	80	22
+ 300	51	14
Ne sais pas	33	-
Total	401	100

Comme le problème qui nous intéresse est celui des accidents de la route, nous avons dressé un tableau XV qui reprend les probabilités subjectives discutées plus haut de façon détaillée. Nous remarquons dans ce tableau des concentrations d'estimations à plusieurs niveaux. Ces concentrations sont dues à deux phénomènes principalement: ancrage et chiffres ronds. Le premier des deux phénomènes est observable au niveau des probabilités égales à 0.05, 2.80, 4, 11, 15.1... etc, ces chiffres étant ceux présentés sur l'échelle des risques. L'autre phénomène, est observable quant à lui au niveau des chiffres ronds tels 0.10, 5, 10, 30, 50, 100, ces chiffres étant choisis, constituant des chiffres ronds, faciles à énoncer. Toutefois, pour mieux cerner ces probabilités, nous avons construit, à partir du tableau précédent, un tableau récapitulatif XVI qui regroupe les probabilités en classes. Nous avons repris -à une exception près- les fissures de l'échelle pour constituer nos classes. Ainsi, nous avons six niveaux (au lieu de cinq dans l'échelle): très bas ($p \leq 0.80$), bas ($0.80 < p \leq 6$), moyennement bas ($6 < p \leq 30$), moyennement élevé ($30 < p \leq 99$), élevé ($99 < p \leq 300$) et très élevé ($p > 300$). Nous remarquons sur ce tableau que près du quart (24%) de la population sondée estime sa probabilité autour de la moyenne objective ($p=16$). Nous avons aussi le

même pourcentage qui estime sa probabilité comme étant très basse ou très élevée; mais, le résultat final (tel que noté plus haut) est que les probabilités sont à la hausse par rapport à la probabilité moyenne objective.

2.3.4.4 Efficacité des organisations

Dans son rapport pour le "Home Office, Scientific Advisory Branch" (Grande Bretagne), A.D. Maclean (1979) a trouvé une relation positive entre les volontés à payer et les niveaux d'efficacité des dispositifs de sécurité offerts aux répondants. Cette relation a été vérifiée pour deux cas sur neuf, à savoir le détecteur de fumée à la maison et celui des hôtels. Puisque dans notre problème les niveaux d'efficacité de l'amélioration des réseaux routiers sont garantis (ou non) par les autorités, nous avons introduit une question qui tente de nous révéler les impressions des répondants quant à l'efficacité des autorités. Nous avons introduit deux autorités à des échelles différentes: municipale et provinciale. La première est la plus importante à nos yeux car elle est responsable du réseau routier urbain et que la population interviewée se situe dans la zone urbaine de Montréal. A la question qui demandait aux répondants d'évaluer le niveau d'efficacité des autorités municipales pour réduire les accidents de la route, ceux-ci ont majoritairement (34.7%) répondu que les municipalités sont efficaces. Le nombre de répondants estimant que ces autorités sont moyennement efficaces n'est cependant pas loin derrière le chiffre précédent (28.5%). Ces résultats sont reportés au tableau XVII, lequel mentionne aussi des chiffres quelque peu différents pour le scénario des autorités provinciales. Comme dans le cas des municipalités, la majorité des répondants (34.5%) estime que le gouvernement provincial est efficace. Mais à la différence des municipalités, ce n'est pas le niveau "moyennement efficaces" qui prend la deuxième position mais plutôt celui du "très efficaces" (28.2%). Ainsi, la population ferait plus confiance aux actions provinciales pour réduire les accidents de la route qu'aux actions municipales. Ce résultat comparatif était attendu étant donné l'état actuel du réseau routier urbain (du ressort des municipalités) qui est plus dégradé que le réseau routier non urbain dont la maintenance relève du provincial.

TABLEAU XVII:
Efficacité des autorités face aux accidents routiers

Degré d'efficacité des autorités	Autorités municipales		Autorités provinciales	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Très efficaces	72	18.5	108	28.2
Efficaces	135	34.7	132	34.5
Moyennement efficaces	111	28.5	87	22.7
Peu efficaces	51	13.1	38	9.9
Pas du tout efficaces	20	5.1	18	4.7
Ne sais pas	11	-	16	-
Ne répond pas	1	-	2	-
Total	401	100	401	100

2.3.4.5 Comportement face au risque

Afin de connaître les actions prises par les répondants pour réduire leurs risques d'accidents routiers, nous avons d'abord commencé par questionner les personnes les plus exposées, à savoir les détenteurs de permis de conduire. Pour connaître le degré d'exposition au risque des détenteurs de permis de conduire, nous leur avons demandé de nous révéler approximativement le nombre de kilomètres parcourus au cours de l'année écoulée.

Le tableau XVIII reprend les réponses à cette question. Mis à part les 23 détenteurs de permis qui n'ont pas conduit depuis une année, il ressort de ce tableau que la moitié de l'échantillon n'est pas particulièrement exposée, du moins dans ses activités sur la route: ainsi 50.6% de la population qui utilise la route de façon motorisée ont parcouru moins de 10 000 kilomètres. Près du tiers (31.3%) ont parcouru entre 10 000 et 20 000 kilomètres -une moyenne raisonnable- et 18.1% ont utilisé la route plus que la moyenne (plus de 20 000 kilomètres). Rappelons que la population étudiée est urbaine et que ce faible taux de kilométrage est peut-être dû au lieu de résidence de cette population.

TABLEAU XVIII:Nombre de kilomètres parcourus au cours des douze derniers mois

Nombre de km	Nombre	Pourcentage
Aucun	23	8.5
Moins de 5000	60	22.1
5001 à 10 000	66	24.3
10 001 à 15 000	43	15.8
15 001 à 20 000	35	12.9
20 001 à 30 000	28	10.3
30 001 à 50 000	13	4.8
Plus que 50 000	4	1.5
Non détenteurs de permis	116	-
Ne sais pas	13	-
Total	401	100

TABLEAU XIX:Fréquences de respect du signal d'arrêt des conducteurs et du feu vert pour piétons

	Conducteurs		Piétons	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Toujours	220	84.0	154	38.7
Très souvent	15	5.7	41	10.3
Souvent	8	3.1	45	11.3
Quelquefois	14	5.3	62	15.6
Rarement	4	1.5	42	10.6
Jamais	1	0.4	54	13.6
Ne s'applique pas	139	-	3	-
Total	401	100	401	100

Toujours dans le même ordre d'idées, nous avons sondé l'attitude face au risque (et le taux de respect) des répondants se trouvant devant un signal d'arrêt obligatoire; le tableau XIX retrace les fréquences trouvées. Dans ce cas une majorité écrasante de notre échantillon (84%) affirme qu'elle respecte *toujours* le signal d'arrêt obligatoire; un seul répondant dit ne jamais respecter ce signal, tandis que les autres le respectent une à neuf fois sur dix. Après cette question du signal d'arrêt, nous nous sommes penché sur celle de la vitesse sur les routes; celle-ci a été vue sous deux angles: l'un portant sur le respect de la limite de vitesse (aspect objectif), et l'autre comparant la vitesse du répondant à celle de la "moyenne" des autres conducteurs au Québec (aspect subjectif). Les tableaux XX et XXI dressent respectivement les résultats de la limite de vitesse et de la comparaison (subjective). Selon le premier de ces tableaux, quatre conducteurs sur dix excèdent plus de six fois sur dix la limite de vitesse autorisée sur les autoroutes. Un peu plus du tiers excède *quelquefois* ou *rarement* la limite de vitesse, alors que seulement 27.9% respectent toujours les limites de vitesse. Cette analyse nous révèle que les limites affichées sur les autoroutes ne sont pas très respectées, et qu'il existe peut-être une autre limite non mentionnée, qui régirait le comportement des répondants. Afin de connaître cette limite, nous avons demandé aux conducteurs de l'échantillon de nous révéler le nombre de kilomètres en excès de vitesse quand cela se produisait (c'est à dire dans 72.1% des cas); malheureusement, le taux de réponses valides pour cette question était très faible, se situant autour de 7.6%. Nous attribuons cet "échec" à deux raisons possibles: la première est une éventuelle mauvaise spécification de la question, qui emploie le terme "en moyenne", terme peut-être incompris de la majorité de la population; la solution aurait été de spécifier une limite précise de la vitesse, telle 100 km/h par exemple. L'autre raison possible est la crainte des répondants qui auraient considéré cette question comme étant indiscreète et dont la réponse aurait pu leur nuire. Si on prend seulement le petit nombre (20) de répondants ayant fourni une réponse, la moyenne en excès de vitesse -quand il y a excès- est de 17 km/h, portant par exemple une vitesse affichée maximale de 100 km/h à 117 km/h. Penchons nous maintenant sur l'aspect subjectif de la vitesse en examinant le deuxième tableau cité ci-dessus. On remarque dans ce tableau qu'il n'y a pas une grande différence entre ceux qui se

considèrent plus vite que la moyenne et ceux qui se voient plus lents que les autres. Ce même tableau nous renvoie cependant une image assez proche de la réalité, où près des trois quarts de l'échantillon considèrent leurs vitesses comme assez identiques à celles du reste de la population en général.

TABLEAU XX:

Fréquences de respect des limites de vitesse

Le répondant excède la limite	Nombre	Pourcentage
Toujours	21	8.0
Très souvent (9 fois sur 10)	32	12.2
Souvent (7 à 8 fois sur 10)	49	18.7
Quelquefois (3 à 6 fois sur 10)	59	22.5
Rarement (1 à 2 fois sur 10)	28	10.7
Jamais	73	27.9
Non conducteurs	139	-
Total	401	100

TABLEAU XXI:

Comparaison de sa propre vitesse avec les autres conducteurs

Comparaison de sa vitesse	Nombre	Pourcentage
Moins vite que les autres	42	16.2
Plus vite que les autres	32	12.3
Même vitesse que les autres	186	71.5
Non conducteurs	139	-
Ne sais pas	1	-
Ne répond pas	1	-
Total	401	100

Après avoir traité des questions relatives au respect du code de sécurité routière et qui obligent le conducteur à adopter un comportement sécuritaire, nous avons voulu savoir s'il y avait des répondants qui étaient disposés à effectuer des actions pour augmenter leur sécurité sans qu'on les y force. Nous avons alors demandé aux interviewés de nous dire si ça leur est déjà arrivé d'opter pour un itinéraire plus long mais plus sécuritaire que l'itinéraire habituel; les réponses à cette question sont regroupées au tableau XXII où on y lit que presque 40% de la population interviewée opte 7 fois et plus sur 10 pour un itinéraire plus long mais plus sécuritaire que l'itinéraire "normal". Le tiers de cette même population dit cependant ne jamais choisir un itinéraire plus long; le reste de l'échantillon (27.6%) affirme suivre *quelquefois* ou *rarement* un itinéraire plus long et moins hasardeux que l'itinéraire habituel. Ces résultats sont encourageants car les deux tiers de l'échantillon concerné avoue avoir essayé au moins une fois de choisir un chemin plus long mais plus sécuritaire que le chemin qu'on emprunterait normalement.

TABLEAU XXII:

Fréquences de choix de l'itinéraire le plus sécuritaire

Choix de l'itinéraire sécuritaire	Nombre	Pourcentage
Toujours	34	13.4
Très souvent (9 fois sur 10)	31	12.2
Souvent (7 à 8 fois sur 10)	35	13.8
Quelquefois (3 à 6 fois sur 10)	37	14.6
Rarement (1 à 2 fois par 10)	33	13.0
Jamais	84	33.1
Ne sais pas	3	-
Ne répond pas	5	-
Non conducteurs	139	-
Total	401	100

En poursuivant toujours cette idée de choix (libre) de sécurité comparativement à une sécurité forcée, nous avons voulu connaître l'état des pneus des personnes possédant un véhicule routier. Le tableau XXIII récapitule ce que pensent les répondants de l'état de leur pneus, et nous donne par la même occasion un niveau de tolérance pour le risque de notre échantillon. Ainsi on observe que 81.1% de la population estime que ses pneus sont en *excellent* ou en *très bon* état. Près de 14% des interviewés estiment que leur pneus sont en bon état, alors que seulement 5.2% de la population pensent que leurs pneus sont *passables* ou *mauvais*. Cette constatation vient renforcer le choix d'itinéraire ci-dessus discuté où la majorité de la population est prête à encourir un "coût" pour pouvoir augmenter sa sécurité. Bien sûr, ces chiffres relatifs aux pneus retracent ce que pensent les propriétaires de ceux-ci et non l'état réel des pneus, car ceux-ci n'ont pas été soumis à l'avis d'un expert; toutefois, c'est presque toujours la perception du risque qui explique le comportement des individus face à celui-ci et non le risque lui même.

TABLEAU XXIII:

Évaluation subjective de l'état des pneus des véhicules des répondants

État des pneus	Nombre	Pourcentage
Excellent	124	54.4
Très bon	61	26.8
Bon	31	13.6
Passable	9	3.9
Mauvais	3	1.3
Non conducteurs	139	-
Ne s'applique pas	25	-
Ne sais pas	9	-
Total	401	100

Les conducteurs étaient ensuite confrontés à la question du port de la ceinture de sécurité routière. Comme le montre le tableau XXIV, la grande majorité (93.9%) des conducteurs interviewés porte *toujours* la ceinture de sécurité. Une seule personne n'utilise *jamais* la ceinture, alors que quatre répondants l'utilisent *rarement*. Ces résultats ne sont pas surprenants du fait que le port de la ceinture de sécurité est obligatoire depuis relativement longtemps, et que les citoyens canadiens se sont habitués à s'attacher depuis.

Nous avons fini d'interroger les conducteurs à ce stade-ci, et les questions qui suivent se sont adressées à tous les répondants. Ne se démarquant pas du domaine de la ceinture de sécurité, nous avons continué à poser la même question en supposant d'abord que le répondant est passager avant dans le véhicule, ensuite passager arrière. Un peu comme dans le cas du conducteur, une forte majorité (95.5%) des répondants s'attachent *toujours* en prenant place à côté du conducteur. Seulement trois répondants n'utilisent *jamais* la ceinture de sécurité, et deux l'utilisent *rarement*. En observant le tableau cité ci-dessous, on remarque que le cas de la ceinture du passager arrière est plus problématique. En effet, seulement 60.5% de la population sondée affirme s'attacher *toujours*, alors que presque le cinquième ne s'attache *jamais* et un peu plus du dixième s'attache *rarement*. Cette constatation était prévisible du fait que l'obligation de s'attacher quand on prend place à l'arrière d'un véhicule est assez récente, et la population n'a pas encore pris l'habitude (ou le "réflexe") de s'attacher.

TABLEAU XXIV:

Fréquences d'utilisation de la ceinture de sécurité

Le répondant utilise la ceinture de sécurité	Conducteur		Passager avant		Passager arrière	
	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.	Nbre	Pct.
Toujours	245	93.9	382	95.5	219	60.5
Souvent	11	4.2	13	3.3	36	9.9
Rarement	4	1.5	2	0.5	37	10.2
Jamais	1	0.4	3	0.8	70	19.3
Ne sais pas	1	-	1	-	-	-
Ne s'applique pas (non conducteur)	139	-	-	-	-	-
Ne s'assoie pas à l'arrière	-	-	-	-	39	-
Total	401	100	401	100	401	100

3. IMPACTS DES CARACTÉRISTIQUES DU RISQUE SUR LES DAP POUR DES BAISSÉS DE RISQUE

3.1 Statistiques sur les DAP

Nous allons reporter dans cette section les différentes statistiques relatives aux montants à payer pour des baisses de risques d'accidents routiers. Nous effectuerons une analyse simple de l'influence des niveaux de risque et des changements de risque sur les DAP. Pour cela, nous supposerons que tous les individus sont homogènes et seuls les facteurs de risque (niveaux et variations) ont un impact sur les DAP. Le tableau XXV fournit les DAP mensuelles incluant les zéro dollars et les excluant. La première ligne de chaque vecteur équivaut aux changements de risques des niveaux de la carte A vers ceux de la carte B. La deuxième ligne retrace quant à elle les changements de risques de la carte B vers ceux de la carte C. Le tableau montre que nous disposons de deux risques conditionnels (1/10 et 1/500), ainsi que du risque combiné final (troisièmes cercles des cartes B et C de l'annexe). La colonne intitulée *variation accident* représente les changements de risque d'accident en valeurs absolues. Notons que les changements en pourcentages sont constants pour chacun des niveaux A vers B, et aussi pour chacun des niveaux B vers C; dans le premier cas, la réduction est de l'ordre de 50%, alors que dans le second elle est de l'ordre de 75%.

Quelques observations intéressantes peuvent être faites à la lumière du tableau précité. Tout d'abord, toutes les moyennes des DAP sont significativement différentes de zéro: ainsi, en utilisant le *t* statistique unilatéral, l'hypothèse que la moyenne est nulle est rejetée à un niveau de 0.01. Ce résultat est valable dans les deux cas pris en considération, à savoir en incluant les répondants à DAP nulles et en les excluant; l'exclusion de ces derniers n'a donc pas eu d'impact sur les résultats qualitatifs des moyennes. Les résultats discutés porteront principalement sur l'échantillon excluant les DAP nulles. A la lecture du tableau on se rend compte que les moyennes d'évaluations ne changent pas vraiment à travers les différents scénarios de risques. Analysons d'abord l'effet du risque initial: cet effet peut être

cerné en fixant le risque conditionnel (égal à 1/10 dans notre cas) et en comparant les premières lignes des vecteurs entre elles (A vers B) et aussi les secondes lignes entre elles (B vers C). On observe dans ce cas un résultat contre intuitif et à l'inverse de ce que prédit la théorie économique (Jones Lee, 1974) dans le sens où les DAP sont plus élevées dans le cas où le risque initial est plus faible: ainsi par exemple, quand le risque initial est égal à 1/5 on est prêt à payer 9.298 \$ pour diviser le risque en deux, alors qu'on est prêt à déboursier 11.083 \$ pour couper le risque en deux si le risque initial est de 1/10 (dans les deux cas le risque conditionnel est fixé à 1/10). La même observation est aussi vraie si on compare les deux deuxièmes lignes entre elles et en fixant le risque conditionnel à 1/10. L'effet du risque conditionnel peut quant à lui être vu en fixant les variations du risque d'accident et en faisant varier le risque conditionnel. Cette comparaison peut être visualisée au niveau du vecteur II: en effet, en opérant un changement de risque d'accident de 2/40, les répondants sont prêts à payer 11.083\$ si le risque conditionnel est égal à 1/10, alors qu'ils ne paieront que 9.538\$ si ce même risque conditionnel est de 1/500. Ce résultat se trouve renforcé dans le cas où la variation de risque est de 1.5/40. A la différence du résultat précédent, celui-ci est conforme aux attentes et à la théorie, qui suggère que pour des variations de risque de base identiques, plus le risque conditionnel est élevé plus la DAP l'est aussi.

Si on compare maintenant les évaluations du premier changement de risque (A vers B) par rapport au deuxième (B vers C), nous remarquons que les DAP relatives au premier sont plus élevées que les DAP du second, sans toutefois l'être de façon très importante; la seule exception à cela est la DAP de A vers B qui est plus d'une fois et demie celle de B vers C dans le cas où le risque conditionnel est égal à 1/500. Afin de tester si cette différence est significative, nous avons calculé une statistique t comme suit:

$$t = \frac{D}{S_D / \sqrt{N}}$$

où D représente la différence observée entre les deux observations et S_D est l'écart-type des différences des paires d'observations. La distribution de t , si les différences suivent une loi normale à moyenne nulle, est une Student à $N-1$ degrés de liberté.

TABLEAU XXV: Statistiques sur les DAP mensuelles pour des baisses de risque
(DAP nulles incluses et exclues)

Vecteur	Risque d'accident	Risque condit.	Risque fin. combiné	Variation accident	Incluant les DAP nulles			Excluant les DAP nulles				
					moy.	éc. type	obs.	t	moy.	éc. type	obs.	t
I	1/5 à 1/10	1/10	1/100	4/40	6.883	10.53	77	5.74**	9.298	11.29	57	6.22**
	1/10 à 1/40	1/10	1/400	3/40	6.447	12.45	76	4.51**	8.750	13.81	56	4.74**
II	1/10 à 1/20	1/10	1/200	2/40	6.879	13.75	58	3.81**	11.083	16.13	36	4.12**
	1/500	1/500	1/10000	2/40	6.807	12.11	244	8.53**	9.538	13.56	169	9.14**
	1/20 à 1/80	1/10	1/800	1.5/40	6.724	14.98	58	3.42**	10.833	17.88	36	3.64**
		1/500	1/40000	1.5/40	4.108	09.04	245	7.12**	5.918	10.35	170	7.45**

** : significatif à 99%.

TABLEAU XXVI: Tests de comparaison des DAP pour des réductions de risque de A ⇒ B et de B ⇒ C

Scénario	Risque d'accident	Risque condit.	Variation accident	Incluant les DAP nulles			Excluant les DAP nulles					
				différ.	éc. type	corrél.	D.L	t	différ.	éc. type	corrél.	D.L
E1	1/5 à 1/10	1/10	4/40	0.5263	9.946	0.637	75	0.46	11.608	0.589	55	0.46
	vs 1/10 à 1/40	1/10	3/40									
E2	1/10 à 1/20	1/500	2/40	2.4836	7.813	0.764	243	4.97**	9.182	0.706	168	5.08**
	vs 1/20 à 1/80	1/500	1.5/40									
E3	1/10 à 1/20	1/10	2/40	0.1552	8.177	0.841	57	0.14	10.434	0.817	35	0.14
	vs 1/20 à 1/80	1/10	1.5/40									

** : significatif à 99%.

où N représente le nombre de paires. Cette statistique est reportée au tableau XXVI. Les résultats affichés sur ce dernier sont parallèles à ceux du tableau qui le précède, dans la mesure où seule la version 2 du scénario confirme une différence significative entre les DAP "A vers B" et "B vers C". Cette différence dans l'évaluation pourrait être le résultat d'une disposition marginale à payer décroissante avec le niveau du risque. Par ailleurs, aucune différence significative n'est apparue au niveau des deux autres scénarios où le risque conditionnel est cinquante fois plus élevé que celui du scénario E2. Cette différence dans l'évaluation du deuxième scénario pourrait aussi être due à un niveau de risque combiné très faible, ne nécessitant pas (du moins aux yeux des répondants) une inquiétude trop élevée, et par là même une DAP "importante". Notons cependant que pour tous les scénarios, le coefficient de corrélation est assez élevé (supérieur à 0.58) reflétant par là même une cohérence au niveau des DAP exprimées des deux baisses de risques successives ($A \Rightarrow B$ et $B \Rightarrow C$).

Selon le tableau III, nous avons identifié trois groupes E1, E2 et E3; chacun de ces groupes a exprimé deux DAP: une pour une réduction de risque de A vers B et une autre pour une réduction de B vers C. Chacun des groupes précités possédait alors un scénario de risques différent, lequel scénario était une combinaison spécifique de risque de base (accident) et de risque conditionnel (mort s'il y a accident). Afin de tester si ces risques ont un impact sur les DAP exprimées, nous avons effectué une analyse de variance des DAP des différents groupes (E1, E2 et E3). Les résultats de l'analyse de la variance décrits au tableau XXVII confirment les résultats observés sur les moyennes du tableau XXV qui le précède. Alors que l'effet du risque conditionnel sur les DAP est significatif, celui du risque de base reste non significatif. La statistique F , qui est le rapport entre la moyenne des carrés de la variable source par rapport à celle des résidus, nous fournit le test d'hypothèse que la variable en question (risque de base ou risque conditionnel) n'affecte pas les DAP. Ainsi, on observe que le risque conditionnel est significatif seulement dans le cas de la variable dépendante "DAP de B vers C". Dans le cas où la totalité de l'échantillon est prise en compte, le niveau de signification de F est plus faible (90%) que dans le cas où on exclut les DAP nulles (95%): ceci est probablement dû à un

pouvoir d'explication plus fort dans le cas où la variance est plus élevée (cas où on exclut les DAP nulles). Ceci dit, la force d'explication du modèle est somme toute pareille dans le sens où, dans le cas d'exclusion des DAP nulles, le modèle est expliqué à 94% par ces deux types de risques ($F=2.833$), alors qu'il est expliqué à 89% par ces mêmes risques ($F=2.197$) dans le cas où on inclue les DAP nulles. Notons enfin que pour des raisons de configuration matricielle de nos scénarios, nous n'avons pas pu obtenir les sources d'interaction reliant le risque de base au risque conditionnel.

3.2 La prise en compte des "droits de propriété"

Dans cette section, nous allons représenter la question des droits de propriété dans le contexte des dispositions à payer dans un marché contingent. En effet, pour cerner cette question nous avons demandé aux répondants combien ils étaient prêts à payer pour empêcher leurs risques de s'accroître. La question 9.1 du questionnaire reprend la même situation hypothétique que celle de la question 7.1 qui concerne les réductions de risque; la différence est que le répondant est doté initialement de la carte B comportant le risque intermédiaire et on demande ensuite à ce même répondant sa DAP pour empêcher l'accroissement éventuel au niveau de la carte A. Notons, que pour des raisons de non confusion avec le scénario de la baisse de risque, nous avons donné aux cartes B et A les lettres X et Y respectivement; nous pensions que cette précaution allait éviter au répondant de faire un lien direct avec la question précédente sur les baisses de risque. Les résultats des DAP moyennes de cette question sont reproduits au tableau XXVIII.

Afin de prendre en considération ce que l'on appelle en théorie la question des droits de propriété, nous avons introduit dans le schéma du questionnaire une question qui tente d'éclairer ce sujet. Au lieu de demander au répondant sa DAP pour une baisse de risque, nous lui demandons le montant qu'il serait prêt à payer pour que son risque n'augmente pas. Si on suppose que le répondant considère son niveau actuel de risque comme étant un "droit", quelle serait sa réaction (mesurée

TABLEAU XXVII: Analyse de la variance des DAP pour des réductions de risque

[A ⇒ B et B ⇒ C]

Sources de variations	Incluant les DAP nulles					Excluant les DAP nulles				
	Somme Carrés	DL	Moy. Carrés	F	F	Somme Carrés	DL	Moy. Carrés	F	F
<u>DAP: A ⇒ B</u>										
Risque d'accident	0.293	1	0.293	0.002	0.002	57.441	1	57.441	0.315	0.315
Risque conditionnel	3.486	1	3.486	0.024	0.024	70.830	1	70.830	0.388	0.388
Modèle expliqué	9.501	2	4.751	0.033	0.033	76.080	2	38.040	0.209	0.209
Résidus	54 762.332	375	146.033	-	-	47 038.679	258	182.320	-	-
Total	54 771.883	377	145.283	-	-	47 114.759	260	181.211	-	-
Nombre d'observations	378	-	-	-	-	261	-	-	-	-
<u>DAP: B ⇒ C</u>										
Risque d'accident	2.520	1	2.52	0.021	0.021	95.109	1	95.109	0.618	0.618
Risque conditionnel	317.069	1	317.069	2.683*	2.683*	706.959	1	706.959	4.590**	4.590**
Modèle expliqué	519.271	2	259.635	2.197	2.197	872.542	2	436.271	2.833*	2.833*
Résidus	44308.687	375	118.156	-	-	39 737.121	258	154.020	-	-
Total	44827.958	377	118.907	-	-	40 609.663	260	156.191	-	-
Nombre d'observations	378	-	-	-	-	261	-	-	-	-

** : significatif à 95% en utilisant un test bilatéral.

* : significatif à 90% en utilisant un test bilatéral.

TABLEAU XXVIII: Statistiques sur les DAP mensuelles pour éviter des accroissements de risque (droits de propriété) et pour réduire le risque à zéro (certitude) -DAP nulles incluses et exclues-

Vect.	Lcs scénarios	Risque d'accident	Risque condit.	Risque combiné	Variation accident	Incluant les DAP nulles				Excluant les DAP nulles			
						moy.	éc. type	obs.	t	moy.	éc. type	obs.	t
I	Droit prop.	de: 1/10 à 1/5	1/10	1/50	4/40	6.727	13.97	77	4.23**	9.088	15.58	57	4.40**
	Certitude	de: 1/10 à zéro	1/10	0	4/40	13.338	28.42	77	4.12**	18.018	31.79	57	4.28**
II	Droit prop.	de: 1/20 à 1/10	1/10	1/100	2/40	7.293	16.28	58	3.41**	11.750	19.44	36	3.63**
	Certitude	de: 1/20 à zéro	1/500	1/5000	2/40	4.939	08.17	246	9.46**	7.105	8.98	171	10.34**
			1/10	0	2/40	11.661	22.55	56	3.87**	19.206	26.43	34	4.24**
			1/500	0	2/40	9.498	23.89	241	6.17**	13.789	27.76	166	6.40**

** : significatif à 99%.

C

C

par sa DAP) si on altérerait ce "droit" négativement? Si, pour la même variation de risque, la DAP du répondant pour une baisse de risque est la même que sa DAP pour éviter un accroissement de risque, alors la question des droits de propriété ne devient pas pertinente dans notre contexte. Une situation hypothétique similaire à celle de la baisse de risque (A vers B) a été présentée au répondant, en le dotant initialement du risque de la carte B (appelée X dans le questionnaire); on lui demande ensuite sa DAP pour éviter que son risque ne passe au niveau de la carte A (Y dans le questionnaire) si le gouvernement ne fait pas d'efforts pour maintenir la sécurité du réseau routier actuel. Le tableau XXVIII reprend les DAP pour éviter un accroissement de risque de B vers A (X vers Y dans le questionnaire). On y observe que toutes les DAP sont significativement différentes de zéro à un niveau de 0.01. La moyenne s'étend de 7.01\$ à 11.75\$. Enfin, à l'aide du tableau XXIX on compare les DAP pour les baisses de risque (A vers B) par rapport à celles des hausses de risques (B vers A). Ce tableau compare le test *t* de l'hypothèse nulle d'égalité des DAP moyennes des baisses de risque avec celles des hausses de risque. C'est seulement dans le cas du deuxième scénario qu'il existe une différence significative entre les deux moyennes; en effet, dans ce cas la différence "DAP (A vers B) - DAP (B vers A)" est positive et significative, signalant par là-même que les droits de propriété sont présents dans le cadre de ce scénario: les répondants considèrent que leur niveau actuel de risque est un droit et que toute dégradation de leur sécurité est considérée comme une atteinte à ce droit. De ce fait, ils seront prêts à payer un montant plus faible pour conserver leur sécurité (droit) que pour l'améliorer (pour une même variation de risque). Pour les deux scénarios restants, nous ne pouvons pas cependant rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes, lesquelles sont très proches l'une de l'autre. Nous pensons que ce résultat pourrait être dû au niveau relativement élevé du risque conditionnel (et par là-même du risque final) dans les scénarios un et trois. Dans le cas où le risque est relativement élevé, les répondants sont prêts à "oublier" leur droit de propriété, et à payer un montant aussi important pour maintenir leur sécurité que pour l'améliorer.

TABLEAU XXIX: Tests de comparaison des DAP pour des réductions et d'augmentation de risque

Scéna.	Sens Variat.	Risque d'accident	Risque d'accident vs	Risque condit.	Variation accident	Incluant les DAP nulles					Excluant les DAP nulles						
						différ.	éc. type	corrél.	D.L	t	différ.	éc. type	corrél.	D.L	t		
E1	Baisse	1/5 à 1/10		1/10	4/40	0.156	13.30	0.439	76	0.10							
	Hausse	1/10 à 1/5	vs	1/10	4/40						15.49	0.370	56	0.10			
E2	Baisse	1/10 à 1/20		1/500	2/40	1.663	9.96	0.579	242	2.60**							
	Hausse	1/20 à 1/10	vs	1/500	2/40						11.91	0.506	167	2.62**			
E3	Baisse	1/10 à 1/20		1/10	2/40	-0.414	14.64	0.536	57	-0.22							
	Hausse	1/20 à 1/10	vs	1/10	2/40						18.68	0.461	35	-0.21			

** : significatif à 99%.

3.3 Effet de certitude

Nous avons inclus dans le contenu du questionnaire le scénario où on élimine tout risque, de telle sorte que la certitude remplace le risque final. Quelques analyses psychologiques (Kahneman et Tversky, 1981) suggèrent que l'inclusion de la certitude comme point final de la variation du risque peut influencer les évaluations des changements de risque des individus. Afin de prendre en compte ce phénomène, nous avons demandé aux répondants combien ils étaient prêts à payer pour passer des niveaux de risques de la carte B (appelée X dans le questionnaire) à un niveau nul, où ils seront sûrs de ne pas subir d'accidents routiers. Les moyennes des DAP (pour les certitudes) et leurs tests de signification sont reportées au tableau XXVIII. Comme dans les cas des DAP pour les baisses et les accroissements de risques, nous obtenons des DAP pour la certitude qui sont toutes significativement différentes de zéro à des niveaux d'au moins 0.01. Nous remarquons aussi sur ce tableau que les moyennes des DAP sont plus élevées que celles relatives à la baisse de risque (voir tableau XXV). Dans le but de cerner l'effet de certitude, nous avons comparé les DAP pour la certitude à celles de la baisse de risque de A vers B. Le choix de cette comparaison a été effectué pour des raisons d'égalité au niveau de la variation du risque d'accident; en effet, dans un cas comme dans l'autre, la variation du risque d'accident est identique. La seule différence est que dans un cas on réduit le risque sans l'annuler, et que dans l'autre on l'annule complètement. Le tableau XXX nous renseigne sur les différences entre les DAP pour la réduction du risque et celles pour l'annulation de ce risque. Toutes les différences apparaissant au tableau sont négatives, indiquant par là-même que les moyennes des DAP pour la certitude sont supérieures à celles pour la réduction (sans annulation). Les statistiques *t* sont calculées de la même façon que dans l'équation ci-dessus. Celles-ci expliquent que la différence entre les DAP est significativement différente de zéro à un niveau d'au moins 0.10. Ce résultat est conforme à la théorie (Kahneman et Tversky, 1981) qui prédit que pour une même variation de risque les individus sont prêts à payer plus si le risque est complètement annulé que s'il ne l'était pas. Notons cependant que l'exclusion des répondants ayant exprimé des DAP nulles ne change pas les résultats.

TABLEAU XXX: Tests de comparaison des DAP pour des réductions de risque (A ⇒ B) et pour la certitude (B ⇒ 0)

Scéna.	Niveau Variat.	Risque d'accident	Risque condit.	Variation accident	Incluant les DAP nulles					Excluant les DAP nulles				
					différ.	éc. type	corrél.	D.L	t	différ.	éc. type	corrél.	D.L	t
E1	Baisse	1/5 à 1/10	1/10	4/40	-6.455	26.67	0.346	76	-2.12"	-8.720	30.75	0.268	56	-2.14"
	Certit.	vs 1/10 à 0	1/10	4/40										
E2	Baisse	1/10 à 1/20	1/500	2/40	-2.945	18.78	0.643	236	-2.41"	-4.309	22.61	0.608	161	-2.43"
	Certit.	vs 1/20 à 0	1/500	2/40										
E3	Baisse	1/10 à 1/20	1/10	2/40	-4.569	19.10	0.538	55	-1.80'	-7.559	24.18	0.442	33	-1.82'
	Certit.	vs 1/20 à 0	1/10	2/40										

** : significatif à 95%.

* : significatif à 90%.

3.4 La valeur intrinsèque (ou de l'apparence) du réseau routier

En plus de demander aux répondants leurs DAP pour réduire leurs risques de A vers B et de B vers C, nous leur avons demandé de nous révéler leur DAP additionnelle pour un réseau routier plus "beau" et plus confortable. L'énoncé de la question est comme suit: *"En améliorant le réseau routier, le gouvernement peut aussi s'attarder à l'apparence et au confort. Par exemple, si on installe une barrière pour séparer les deux voies d'une route, on peut rendre l'installation plus belle en plantant des arbres. Cela améliore l'apparence sans réduire le nombre d'accidents mais coûte plus cher. Combien seriez-vous prêt à payer chaque mois, en plus des montants que vous venez de me donner (DAP: "A \Rightarrow B" et "B \Rightarrow C") pour que l'on s'attarde à l'apparence des améliorations du réseau routier?"*

Comme l'indique l'énoncé ci-dessus, cette question ne fait intervenir aucun niveau de risque: la DAP pour l'apparence et le confort est en quelque sorte un montant forfaitaire. Aussi, cette question reste une question qualitative car nous n'avons pas indiqué un indice d'apparence et de confort, et que ceux-ci sont déterminés subjectivement par chaque participant. Bien sûr, un scénario plus exhaustif aurait inclus un tel indice afin de déterminer de façon plus précise les DAP pour l'apparence. Ceci aurait malheureusement eu aussi l'inconvénient d'alourdir le questionnaire et de détourner le sujet principal de celui-ci. Nous sommes donc conscients des limites de cette question (et de ses réponses), mais nous pensions alors qu'on pouvait avoir dans notre échantillon des individus à faible exposition au risque et qui étaient assez intéressés par un réseau routier confortable et de belle apparence. Cette valeur pour l'apparence est venue s'ajouter aux valeurs précédentes (A \Rightarrow B et B \Rightarrow C), car on considère que les DAP pour la réduction de risque sont les plus importantes et qu'on ne peut traiter séparément la question de l'apparence et du confort. Un résumé des statistiques de la DAP pour le confort et l'apparence figure au tableau XXXI.

Bien que très petites (autour de 2\$), les moyennes des DAP mensuelles sont toutes significativement différentes de zéro. Nous remarquons cependant que l'échantillon recevant la version E3 fournit une DAP égale à la moitié de celle des échantillons

TABLEAU XXXI: Statistiques sur les DAP pour l'apparence

Scénario	Incluant les DAP nulles				Excluant les DAP nulles			
	Moyenne	Ec. Type	Obs.	t	Moyenne	Ec. Type	Obs.	t
E1	1.571	3.362	77	4.10**	2.123	3.761	57	4.26**
E2	1.522	5.178	247	4.63**	1.186	6.092	172	4.70**
E3	0.746	1.996	59	2.87**	1.189	2.425	37	2.98**
Total	1.413	4.495	383	6.15**	2.034	5.277	266	6.28**

** : significatif à 99%

E2 et E1. Ceci reste assez surprenant d'autant plus que les DAP pour l'apparence ne sont pas reliées à un scénario en particulier. Il faudrait peut-être chercher la cause dans l'hypothèse de l'analyse de toute moyenne, à savoir celle de l'homogénéité des individus. Comme il n'y avait aucun risque (ou changement de risque) rattaché à cette question, nous avons regroupé les trois échantillons (E1, E2 et E3) dans la dernière ligne du tableau (total); nous obtenons une moyenne similaire aux échantillons E1 et E2 (1.413 \$), avec un niveau de signification plus élevé que dans les échantillons séparés.

3.5 Déduction de la valeur de la vie

Bien que le titre indique *valeur de la vie*, il est plus juste de l'intituler valeur des réductions (augmentations) de risque. Puisque l'économiste n'est pas concerné par le sauvetage de personnes identifiées qui sont destinées à mourir si on ne fait rien¹, il serait quelque peu erroné de parler de *valeur de la vie*. Néanmoins, nous utiliserons cette expression car elle devient de plus en plus acceptée et utilisée, notamment par la communauté scientifique. Le travail de l'économiste consiste en l'évaluation des changements de risque, laquelle implique une évaluation implicite d'une *vie statistique* (par opposition à une *vie identifiée*). En effet, dans leurs décisions de tous les jours, les individus (et les institutions) font des choix de prévention sanitaire et de sécurité qui impliquent une évaluation implicite de vies humaines dans leur communauté. Ainsi par exemple, si chaque individu d'une communauté constituée de 10 000 personnes identiques est prêt à déboursier 200 \$ pour baisser sa probabilité de décès de 1/10 000, alors la somme totale que l'ensemble de ces individus paiera sera de 2 000 000 \$. Statistiquement, cette somme permettra de sauver une vie humaine dans cette collectivité, et on dira que la valeur de cette vie équivaut à 2 000 000 \$. Une façon plus directe d'arriver à ce résultat est d'utiliser l'expression:

¹ Ce type de situation est rencontré par exemple lors de sauvetage d'alpinistes ou d'explorateurs en danger de mort.

$$m = \frac{\Delta w}{\Delta p}$$

où m désigne la valeur de la vie humaine, w la richesse de l'individu représentatif et p la probabilité de décès de ce même individu. La variation de la richesse Δw , est supposée être due uniquement à des fins de sécurité additionnelle Δp ; si on possède cette disposition à payer (DAP) pour plus de sécurité, alors l'équation ci-dessus devient:

$$m = \frac{DAP}{\Delta p}$$

Comme nous possédons des données relatives aux DAP et aux Δp , nous avons voulu calculer les valeurs de vies implicites des répondants constituant notre échantillon. Étant donné que nous disposons de trois versions, et que chacune renferme un Δp particulier, nous avons séparé les calculs. Les résultats sont reportés aux tableaux XXXII, XXXIII et XXXIV.

Voyons tout d'abord le tableau XXXII relatif à la version 2 (dite version avec probabilités réelles) et comprenant seulement les répondants dont les DAP sont positives. La première ligne -relative à tout l'échantillon- comprend deux évaluations: une évaluation monétaire de la baisse du risque de décès du niveau de la carte A à celui de la carte B, et une autre évaluation de la baisse du risque de A vers C. Notons que cette dernière évaluation est le résultat de la somme des évaluations de A vers B et de B vers C; ceci est rendu possible car l'évaluation de B vers C était présentée comme un montant additionnel au montant précédent (A vers B). La première ligne de ce tableau rapporte une évaluation de la valeur de la vie autour de un million de dollars. Se basant sur l'approche du capital humain, Transport Canada (1989) a estimé à environ 350 000 \$ (\$ 1991) la valeur d'une vie humaine dans le cadre des projets de sécurité routière. Par contre, la direction de la sécurité ferroviaire de ce même ministère a estimé à un peu plus d'un million de dollars de 1991 (850 000 \$ en 1989) la valeur d'une vie humaine dans le cadre de ses projets d'amélioration des passages à niveau. Signalons que cette direction s'est basée en partie sur l'approche de la disposition à payer (méthodes des marchés) en

pondérant les valeurs trouvées par Thaler et Rosen (1976) et par Blomquist (1979). Nous remarquons que la valeur qu'on a trouvé est trois fois plus élevée que la valeur de la sécurité routière de Transport Canada, alors qu'elle est quasiment identique à celle de la direction ferroviaire du ministère. Une explication possible des différences est à rechercher auprès des approches employées. Puisque l'approche utilisée par la direction ferroviaire est similaire à la nôtre (mais pas identique) les deux valeurs se rapprochent l'une de l'autre. Ce n'est par contre pas étonnant que l'approche du capital humain (utilisée dans le cadre des projets de sécurité routière) génère une valeur différente de la notre, et à *fortiori* inférieure. En effet, plusieurs économistes ont prouvé que la limite minimale de la valeur de la vie (telle que calculée par l'approche de la DAP) est constituée de la valeur générée par l'approche du capital humain. Nous aimerions mentionner cependant, que ces comparaisons ont été effectuées à ce stade-ci car la version 2 du questionnaire est celle comportant les probabilités dites réelles.

TABLEAU XXXII: Déduction de la "valeur de la vie" suivant la version 2
(les DAP nulles sont exclues)

Type échant.	Évaluation	Variation risque	Val. an. risque	n	"Valeur vie" déduite
Tout échant.	A-B	4/40 000	114 \$	169	1 144 000 \$
	A-C	7/40 000	185 \$	170	1 059 000 \$
Tout échant. sauf pts noirs	A-B	4/40 000	94 \$	40	936 000 \$
	A-C	7/40 000	155 \$	40	888 000 \$
Pts noirs	A-B	4/40 000	121 \$	129	1 209 000 \$
	A-C	7/40 000	195 \$	130	1 113 000 \$

TABLEAU XXXIII: Déduction de la "valeur de la vie" suivant la version 2
(les DAP nulles sont incluses)

Type échant.	Évaluation	Variation risque	Val. an. risque	n	"Valeur vie" déduite
Tout échant.	A-B	4/40 000	79 \$	244	793 000 \$
	A-C	7/40 000	129 \$	245	735 000 \$
Tout échant. sauf pts noirs	A-B	4/40 000	63 \$	59	635 000 \$
	A-C	7/40 000	105 \$	59	602 000 \$
Pts noirs	A-B	4/40 000	84 \$	185	843 000 \$
	A-C	7/40 000	136 \$	186	777 000 \$

TABLEAU XXXIV: Déduction de la "valeur de la vie" suivant la version 1 et 3
(les DAP nulles sont incluses et exclues)

DAP nulles	Version	Évaluation	Variation risque	Val. an. risque	n	"Valeur vie" déduite
e x c l u s	1	A - B	400/40 000	112 \$	57	11 157 \$
		A - C	700/40 000	217 \$	56	12 375 \$
	3	A - B	200/40 000	133 \$	36	26 598 \$
		A - C	350/40 000	263 \$	36	30 056 \$
i n c l u s	1	A - B	400/40 000	83 \$	77	8 259 \$
		A - C	700/40 000	160 \$	76	9 141 \$
	3	A - B	200/40 000	83 \$	58	16 508 \$
		A - C	350/40 000	163 \$	58	18 655 \$

Tournons nous maintenant vers le cas des probabilités hypothétiques et analysons le tableau XXXIV. Ce tableau regroupe les versions 1 et 3 du questionnaire, dont les probabilités de décès (cartes A) sont respectivement 100 fois et 50 fois plus élevés que celles de la version 2.

En observant les valeurs de la vie déduites à partir des DAP annuelles et des variations de probabilités, nous sommes très surpris d'abord par l'ordre de grandeur de ces valeurs. Ces dernières sont en effet 40 à 100 fois plus petites que la valeur de la vie déduite à l'aide des probabilités de la version 2. Alors que la moyenne des valeurs de vie humaine des principales études est de 4.5 millions de dollars², nous ne rencontrons aucune étude dont les valeurs sont autour de 15 000 \$ comme dans nos versions 1 et 3. A notre connaissance, la valeur la plus faible trouvée à l'aide de l'approche de la DAP provient de l'étude d'Acton (1973) qui déduit une valeur de la vie de 120 000 \$ (de 1986). Puisque les DAP annuelles des versions 1 et 3 sont comparables à celles des autres études, il faudrait chercher la cause dans les changements de probabilités. Selon les études revues par Lanoie (1991), le risque moyen des échantillons est autour de 0.0003 (proche du risque de notre version 2), et le maximum ne dépasse pas 0.0011. Nos versions 1 et 3 possèdent quant à elles respectivement un risque de 0.02 et 0.01 constituant ainsi plus de 66 fois dans un cas et 33 fois dans l'autre le risque moyen mentionné ci-dessus. Même si les scénarios de baisse appliqués à ces risques initiaux sont comparables à ceux de la littérature, il reste que le changement de risque restera toujours aussi *anormalement* élevé. Ainsi si on compare la version 1 (ou 3) à la version 2, on remarque que la variation du risque est 100 fois (ou 50 fois) plus importante.

Toute cette question de la grandeur des changements de risque nous amène à nous poser la question sur la notion de marginalité et par là-même sur la formule qui nous a permis de déduire la valeur de la vie. Peut-on considérer les changements des versions 1 et 3 (400/40 000 ou 200/40 000) comme étant marginaux? La réponse à cette question trouve sa source dans la formule de dérivation de la valeur de la vie. Le résultat sur la valeur de la vie auquel on a aboutit au début de cette

² voir P. Lanoie (1991) page 20.

section est dérivé à partir de la formule $m=V/\Delta p$ (où $V=DAP$) qui est en fait une règle de trois et suppose donc implicitement une linéarité entre p et v . Il est alors clair que si les variations de p sont *réellement* marginales (c'est à dire qu'elles tendent vers zéro), alors cette formule est appropriée car la relation entre v et p est linéaire (du moins dans le domaine de variation de p qui nous intéresse). Si, par contre les changements de probabilité sont non marginaux, alors il n'est pas évident que la formule ci-dessus soit valable, à moins que la fonction $V(p)$ soit réellement linéaire (du moins pour des réductions de p). Il s'ensuit que, si $V(p)$ est non linéaire et si les changements de p sont non marginaux (ceci pourrait être le cas de nos versions 1 et 3), alors la formule mentionnée plus haut est inadéquate. Nous pensons qu'on peut avancer que les changements de probabilités de l'ordre de 200/40 000 à 700/40 000 relatives aux versions 1 et 3 sont loin d'être proches de zéro, et qu'on peut les considérer comme non marginaux. Il reste donc à savoir si $V(p)$ est linéaire ou non. Nous nous basons sur le travail de Jones-Lee (1981) et sur nos données pour faire les tests.

3.5.1 Tests de linéarité de $V(p)$

Mis à part le travail de Jones Lee (1981), nous ne connaissons pas d'articles ou de papiers traitant de la valeur de la vie (ou de la sécurité) dans le cas où les changements de risque sont non marginaux. Ceci est en fait une lacune dans la littérature sur la valeur de la vie (sécurité) où bon nombre de projets (tels les projets de centrales nucléaires) impliquent des changements de risque non marginaux. Nous reprenons ici les grandes lignes des papiers de Jones Lee en faisant toutefois abstraction des DAP pour la sécurité des autres.

Supposons que le taux marginal de substitution entre la richesse et la probabilité de décès de l'individu "i" soit m_i ; alors la variation compensatoire agrégée, V , pour l'amélioration de la sécurité impliquant des petits changements de probabilités δP_i ($i=1\dots n$) dans une société de n individus est donnée par:

$$V = - \sum_i^n m_i \delta P_i \quad (3.1)$$

Si on suppose que la variation de probabilité est uniforme alors:

$$\delta P_i = -\frac{x}{n} \quad \forall i \quad (3.2)$$

où x est suffisamment petit par rapport à n pour que (3.1) reste une bonne approximation. En substituant (3.2) dans (3.1) on obtient:

$$V = \frac{x}{n} \sum_i^n m_i \quad (3.3)$$

Ici le nombre de vies à sauver est x , et $1/n \sum_i^n m_i$ est interprété comme la valeur d'une vie statistique. Ceci revient à dire que si on connaît l'ordre de grandeur de m_i , on connaîtra la valeur d'une vie statistique. De par la définition même de m_i , nous remarquons que cette approche d'évaluation de la vie ne peut être appliquée qu'à des projets impliquant une petite (marginale) variation de risque (physique). Si " x " n'est pas assez petit par rapport à n , alors l'équation (3.3) n'est pas une bonne approximation de l'équation (3.1), et c'est ce cas que nous allons voir.

3.5.1.1 Cadre d'analyse

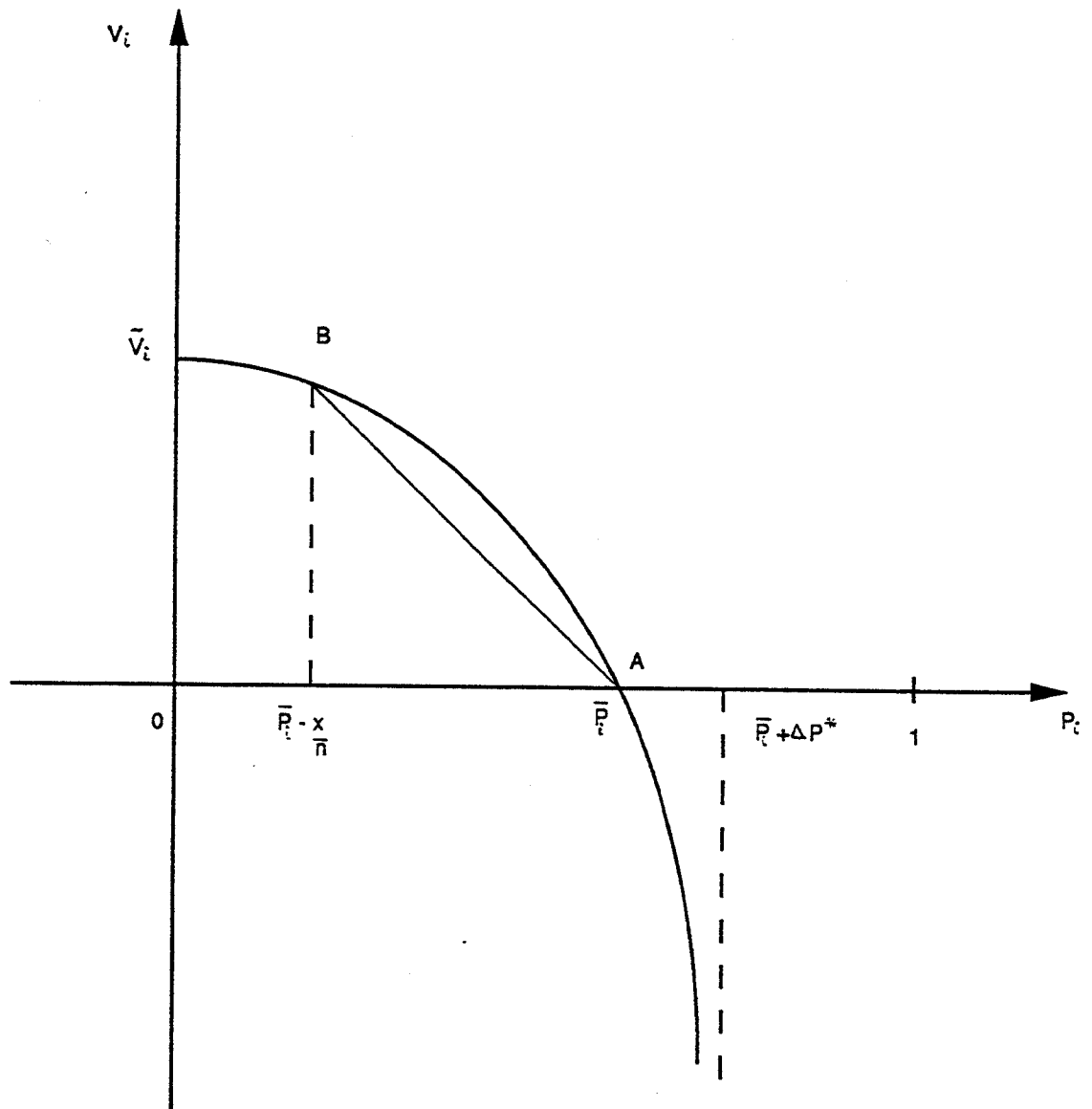
Notons V_i , la variation compensatoire de l'individu " i "; sous certaines conditions, Jones Lee (1974) a montré que la fonction $V(P)$ avait la forme décrite à la page suivante.

Le taux marginal de substitution, m_i , est la valeur absolue de la pente de ce graphique au point A, c'est à dire:

$$m_i = - \left[\frac{\partial V_i}{\partial P_i} \right]_{\bar{P}_i}$$

Comme il n'y a aucune somme suffisante pour compenser un individu pour la certitude de sa mort, alors V_i est infinie sous l'axe des abscisses pour un certain accroissement de risque:

Figure I: Forme théorique de V(P)



$$\Delta P_i^* \leq 1 - \bar{P}_i$$

Dans ce cas ΔP_i^* apparaît comme l'"accroissement maximum acceptable de risque". La contrepartie de l'équation (3.3), pour une baisse de risque uniforme non marginale $\Delta P_i = -x/n$ est:

$$V = \sum_i^n V_i \quad (3.4)$$

ou

$$V = \sum_i^n \mu_i \frac{x}{n} = \frac{x}{n} \sum_i^n \mu_i \quad (3.5)$$

tel que μ_i est la valeur absolue de la pente du segment AB sur la figure précédente. Donc, pour les variations de risque non marginales, la valeur d'une vie statistique est donnée par la moyenne de μ . Notons que si $x/n \rightarrow 0$, alors la moyenne de μ est celle de m , et l'équation (3.3) apparaît comme un cas particulier de (3.5). Enfin, la taille de ces moyennes et leurs relations avec l'ampleur du changement de risque $-x/n$, demeurent une question empirique. Jones Lee (1981) se propose de supposer un individu "représentatif" (âge et richesse moyens) possédant des préférences spécifiques (utilité exponentielle ou homogène) pour pouvoir évaluer ces relations.

3.5.1.2 Les propriétés de $V(p)$

Les conclusions qui seront tirées sont basées sur les hypothèses suivantes:

- 1) les préférences en matière de richesse (w) et de période de décès (τ) obéissent aux axiomes des fonctions d'utilité de type Von Neumann-Morgenstern
- 2) elles sont séparables, tel que:

$$U(w, \tau) = u(w) + l(\tau) \quad (3.6)$$

La variation compensatoire de l'individu, est la valeur "V" qui le compensera d'un choc dans le vecteur des probabilités conditionnelles de décès de $\bar{P} = (\bar{P}_1, \bar{P}_2 \dots \bar{P}_j)$ à $P = (P_1, P_2 \dots P_j)$. Elle satisfera:

$$u(w-V) + El = u(w) + \bar{E}l \quad (3.7)$$

où le côté droit représente sa situation initiale et le côté gauche sa situation après la perturbation dans les probabilités. Les termes $\bar{E}l$ et El représentent respectivement les espérances d'utilité des périodes de décès avant et après le choc, tel que:

$$El = l(1)P_1 + l(2)P_2(1-P_1) + l(3)P_3(1-P_2)(1-P_1) + \dots \quad (3.8)$$

$$\bar{E}l = l(1)\bar{P}_1 + l(2)\bar{P}_2(1-\bar{P}_1) + l(3)\bar{P}_3(1-\bar{P}_2)(1-\bar{P}_1) + \dots \quad (3.9)$$

Si on considère *ceteris paribus* une variation dans \bar{P}_1 , et on différencie (3.7) par rapport à P_1 , on trouve, après quelques manipulations et en posant $P_1 = \bar{P}_1 + \Delta P_1^*$:

$$m \Delta P_1^* \frac{u'(w)}{u^* - u(w)} = 1 \quad (3.10)$$

où $U^* = u(w-V)$ quand $V = \rightarrow -\infty$ (car $\Delta P_1 \rightarrow \Delta P_1^*$) et

$$m = - \left[\frac{\partial V}{\partial P_1} \right]_{\bar{P}_1}$$

De l'équation (3.10) on remarque une liaison entre m et ΔP_1^* . Jones Lee (1980) a montré que le pivot de cette liaison -le terme $u'(w)/(u^* - u(w))$ - constitue une mesure d'aversion au risque pour des jeux à petite mise et gros gain. Ce type de loteries

constitue la majorité des jeux auxquels sont confrontés les individus³. Cette mesure est appelée "aversion au risque asymptotique" et est notée RL; l'équation (3.10) deviendrait alors:

$$m \Delta P_1^* RL = 1 \quad (3.11)$$

Examinons maintenant le comportement de $V(P)$ quand $P_1 < \bar{P}_1$. En opérant des expansions de Taylor (au 3^{ème} degré) de $V(P)$ autour de \bar{P}_1 on obtient:

$$V(P_1) = (P_1 - \bar{P}_1) V'(\bar{P}_1) + \frac{(P_1 - \bar{P}_1)^2}{2} V''(\bar{P}_1) + \frac{(P_1 - \bar{P}_1)^3}{6} V'''(\bar{P}_1) \quad (3.12)$$

En utilisant les équations (3.7, 3.8 et 3.9) on trouve (sous l'hypothèse que $u'(w) > 0$ et $u''(w) < 0$):

$$\frac{\partial V}{\partial P_1} < 0 \quad (3.13)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial P_1^2} = -\frac{\partial V}{\partial P_1} \cdot RA < 0 \quad (3.14)$$

où RA est la mesure d'aversion absolue pour le risque d'Arrow-Pratt évaluée à $w-V$. Notons que ces conditions sont valables pour tous les points P_1 , y compris \bar{P}_1 .

³ Si Π est la probabilité de gain qui amènera l'individu à jouer à la loterie de mise "x" et de prix net (de mise) y, alors si x est petit et y est grand:

$$\frac{\Pi}{1-\Pi} \approx \frac{x U'(w)}{U^* - U(w)}$$

Cette quasi égalité devient plus précise si "x" devient plus petit et "y" plus grand.

$$\frac{\partial^3 V}{\partial P_1^3} = \left(\frac{\partial V}{\partial P_1} \right)^3 \left(2RA^2 + \frac{dRA}{dw} \right)$$

Le signe de $V'''(P_1)$ demeure ambigu si $d(RA)/dw$ est négatif. Néanmoins avec les formes exponentielles et homogènes de la fonction $u(w)$ ($\alpha e^{-\beta w}$ et $-\gamma w^{-\eta}$ respectivement, avec $\alpha, \beta, \gamma, \eta$ tous positifs), $d(RA)/dw$ est nul dans le cas exponentiel, et $2RA^2 + d(RA)/dw$ est positif dans l'autre cas (homogène). On peut ainsi -sous ces formes fonctionnelles- dire que $V'''(P_1)$ est négatif. Alors, comme le 3^{ème} terme de l'équation (3.12) est positif, et $P_1 < \bar{P}_1$, on aura:

$$V(P_1) > (P_1 - \bar{P}_1) V'(\bar{P}_1) + \frac{(P_1 - \bar{P}_1)^2}{2} V''(\bar{P}_1) \quad (3.15)$$

et comme $V''(P_1) < 0$ alors (3.15) devient:

$$V(P_1) < (P_1 - \bar{P}_1) V'(\bar{P}_1) \quad (3.16)$$

Des équations (3.11), (3.14), (3.15) et (3.16) on aura, pour $P_1 < \bar{P}_1$:

$$(P_1 - \bar{P}_1) V'(\bar{P}_1) > V(P_1) > (P_1 - \bar{P}_1) V'(\bar{P}_1) \left[1 - \frac{(P_1 - \bar{P}_1)}{2\Delta P_1^*} \cdot \frac{RA}{RL} \right] \quad (3.17)$$

La grandeur de l'erreur qu'on ferait en traitant $V(P_1)$ comme étant linéaire va alors dépendre (de façon proportionnelle) de la taille du terme $((P_1 - \bar{P}_1)/2\Delta P_1^*) \cdot (RA/RL)$. Dans le cas où la fonction $u(w)$ est exponentielle $RA=RL$; dans le cas où elle est homogène $(RA/RL)=(\eta+1)/\eta$; Friend et Blume (1975) ont trouvé que la mesure d'aversion relative pour le risque (RR , égale ici à $\eta+1$), se situe entre 3 et 5; il ne serait alors pas exagéré de dire que $RA=RL$. Prenons un exemple empirique pour "estimer" l'erreur qu'on ferait en traitant $V(P)$ de linéaire: soit un individu moyen âgé de 30 ou 40 ans dont le risque de mourir l'année prochaine (\bar{P}_1) est de 10^{-3} . Si par exemple son accroissement maximum de risque acceptable est au minimum égal à deux fois son risque actuel ($\Delta P_1^* \geq 2 \bar{P}_1$), alors l'erreur due au traitement de $V(P_1)$

comme linéaire sur l'intervalle $[0, \bar{P}_1]$ est au plus égale à 25%. Bien sûr, plus l'intervalle est petit plus l'erreur est faible. On pourrait dans ce cas traiter $V(P_1)$ comme étant approximativement linéaire pour tout $P_1 < \bar{P}_1$.

3.5.1.3 Relations entre V et P_1 pour des fonctions $u(w)$ exponentielles et homogènes

En opérant quelques manipulations sur les équations (3.7) et (3.10) et en posant $u^* = 0$, on aboutit à :

$$\frac{u(w-V)}{u(w)} = 1 - \frac{(P_1 - \bar{P}_1)}{\Delta P_1^*} \quad (3.18)$$

Avec \bar{P}_1 , ΔP_1^* et les paramètres de $u(w)$ donnés, on peut connaître la relation qui lie V et P_1 . Si $u(w)$ est exponentielle ou homogène, alors les paramètres de celle-ci reflètent les mesures d'aversion au risque d'Arrow-Pratt, lesquelles ont déjà été estimées par certains économistes (Friend et Blume, 1975).

Dans le cas où $u(w)$ est exponentielle, l'équation (3.18) devient:

$$e^{\beta V} = 1 - \frac{P_1 - \bar{P}_1}{\Delta P_1^*} \quad (3.19)$$

$$\text{où } \beta = RA = \frac{(RR)}{w}.$$

Dans le cas où $u(w)$ est homogène, l'équation (3.18) prend la forme:

$$\left[1 - \frac{V}{w}\right]^{-\eta} = 1 - \frac{(P_1 - \bar{P}_1)}{\Delta P_1^*} \quad (3.20)$$

où $\eta = RR-1$.

3.5.1.4 Application

Afin de tester la linéarité de $V(p_1)$ (pour $P_1 < \bar{P}_1$) nous allons nous concentrer sur la forme exponentielle de la fonction d'utilité. En mettant l'équation (3.19) sous une forme explicite, on obtient:

$$V = \frac{W}{RR} \log \left(1 - \frac{P_1 - \bar{P}_1}{\Delta P_1^*} \right)$$

Entre autres variables, la fonction ci-dessus dépend du niveau de risque initial \bar{P}_1 . Comme nous disposons de trois versions du questionnaire, chacune possédant un niveau de \bar{P}_1 différent, nous allons tester la forme de $V(P_1)$ dans deux cas: la version 2 (où $\bar{P}_1 = 0.0002$) et la version 3 (où $\bar{P}_1 = 0.01$). Nous avons consciemment omis la version 1 (où $\bar{P}_1 = 0.02$) car son niveau de risque initial est très proche de celui de la version 3, et par conséquent la forme de $V(P_1)$ serait quasiment identique dans les deux versions (1 et 3). La variable w sera donnée par la richesse moyenne de notre échantillon qui est de l'ordre de 100 000 \$. La mesure d'aversion relative pour le risque subira deux scénarios: $RR=2$ et $RR=5$; ces chiffres ont été choisis à partir des études précédentes sur l'aversion au risque (Friend et Blume, 1975 et Drèze, 1981). L'accroissement maximum acceptable de risque (ΔP_1^*) renferme quant à lui quatre scénarios: le premier, égal à 10^{-2} reflète -selon nous- le fait qu'un individu "moyen" acceptera rarement une augmentation de risque de plus de 1%. Les deuxième et troisième, égaux à 10^{-3} et 10^{-4} , pourraient refléter la variation maximale de probabilité de décès qu'un individu "moyen" est prêt à accepter. Le dernier -égal à 10^{-5} - constituant une borne inférieure, tente de nous informer sur l'évolution de la forme de $V(P_1)$ pour des variations $\Delta P_1^* < 10^{-5}$. Ayant déterminé toutes les variables, il nous reste à illustrer la fonction $V(P_1)$. Les figures sont reproduites ci-après et concernent la forme exponentielle de $u(w)$.

Figure II: Forme de V(P) pour la version 2 suivant les valeurs de $\Delta P'$,
(RR = 2)

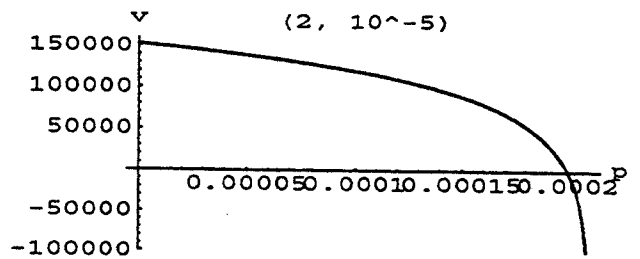
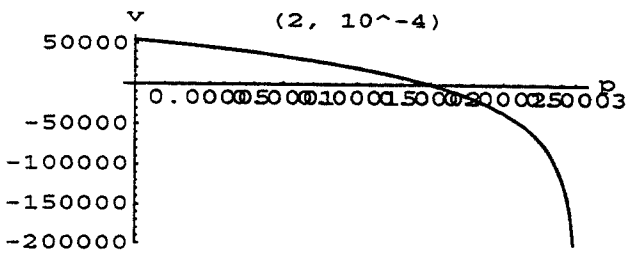
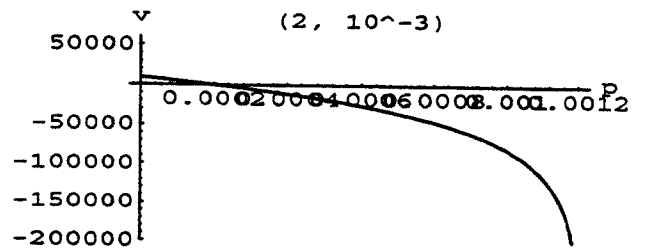
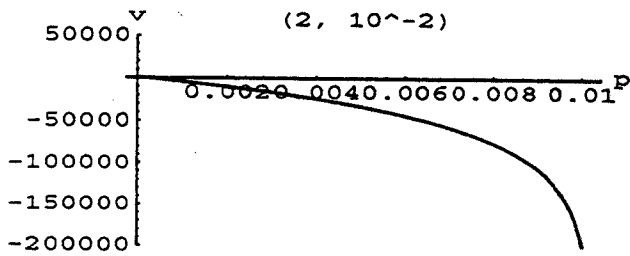


Figure III: Forme de $V(P)$ pour la version 3 suivant les valeurs de ΔP^* ,
[RR = 2]

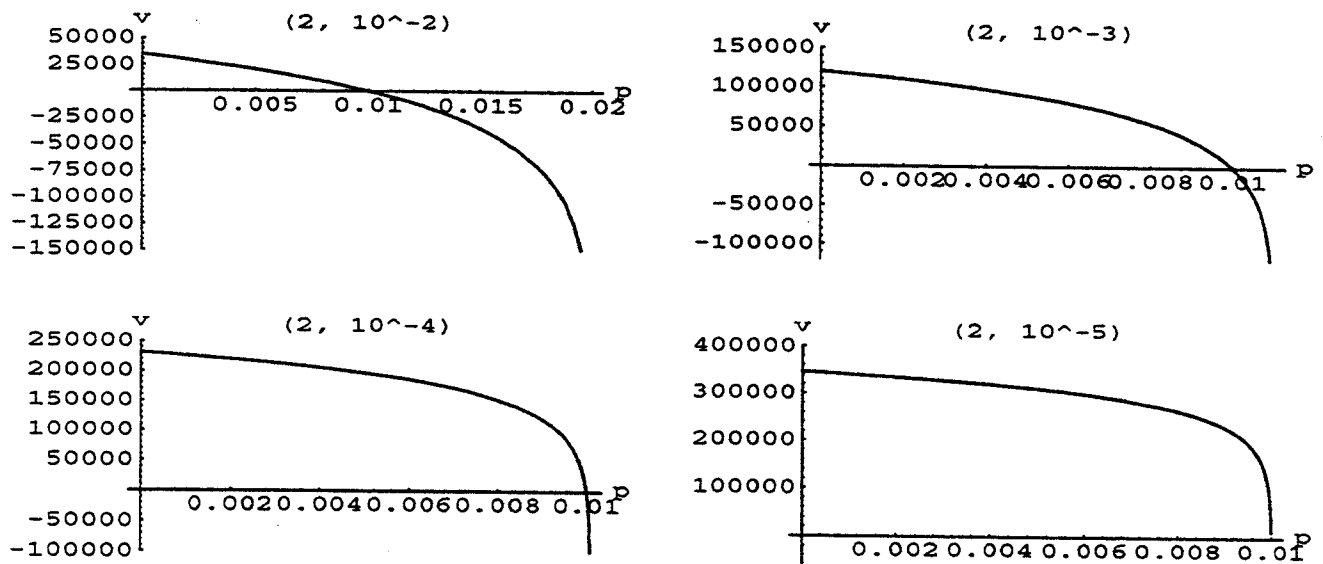


Figure IV: Forme de V(P) pour la version 2 suivant les valeurs de ΔP ,
(RR = 5)

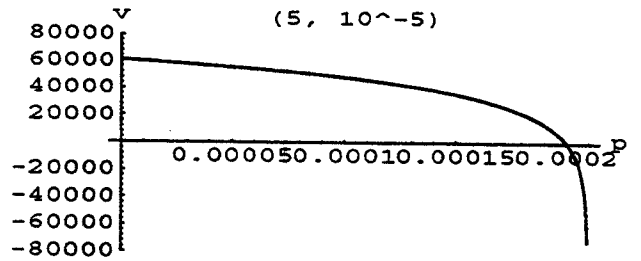
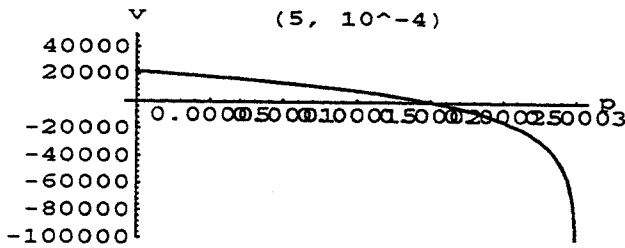
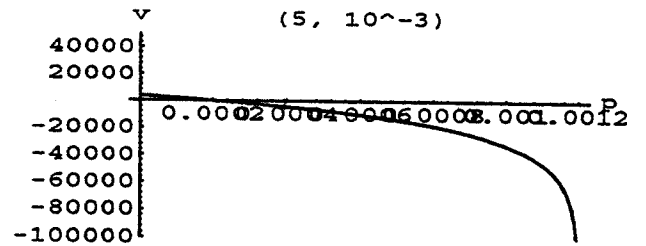
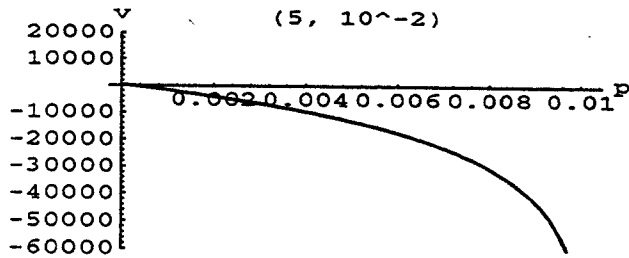
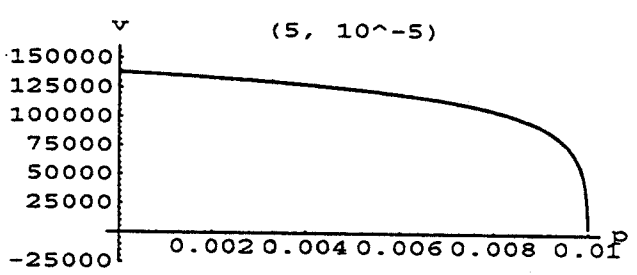
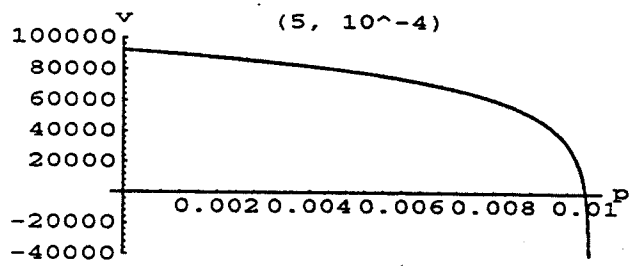
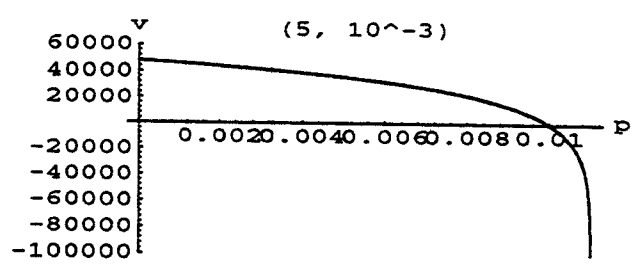
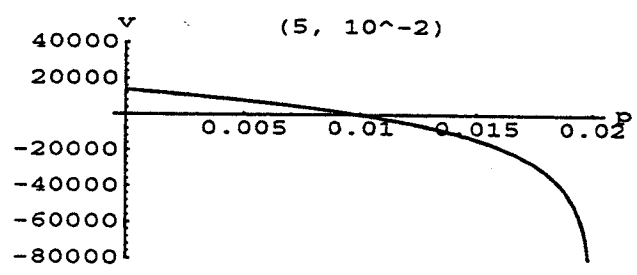


Figure V: Forme de V(P) pour la version 3 suivant les valeurs de $\Delta P'$,

[RR = 5]



Comme nous nous intéressons aux réductions de risque, c'est la forme de $V(P_1)$ sur le domaine de définition $P_1 < \bar{P}_1$ qui est pertinente. Par conséquent, quand nous parlerons de non linéarité nous supposerons implicitement que le domaine de définition de P_1 est $P_1 < \bar{P}_1$.

La figure II reproduit les formes de $V(P)$ pour la version 2, quand la mesure d'aversion au risque est égale à 2, et pour différentes valeurs de ΔP^*_1 . Les chiffres entre parenthèses au dessus de chaque graphique représentent respectivement la mesure d'aversion relative pour le risque et le niveau de ΔP^*_1 . Nous remarquons sur ce graphique que plus ΔP^*_1 est faible plus la fonction $V(P_1)$ devient non linéaire dans la partie qui nous intéresse ($P_1 < \bar{P}_1$). Pour les deux premiers graphiques ($\Delta P^*_1 = 10^{-2}$ et 10^{-3}), nous avons fait des agrandissements sur la partie de la fonction $V(P_1)$ où $P_1 < \bar{P}_1$ et avons trouvé qu'elle était linéaire. Quand ΔP^*_1 est égal à 10^{-4} la fonction commence à peine à exhiber une non linéarité, mais peut très bien être approximée par une droite. Pour le cas extrême ($\Delta P^*_1 = 10^{-5}$), la non linéarité de la fonction devient complète. Si on fait la même analyse pour la figure III (relative à la version 3), on se rend compte que la non linéarité est déjà atteinte quand $\Delta P^*_1 = 10^{-3}$. Ainsi si l'accroissement du risque maximum acceptable est de 1 pour 1 000 ou moins la fonction est non linéaire.

Nous pensons qu'il est tout à fait raisonnable de supposer que la variation $\Delta P^*_1 = 10^{-3}$ est la plus élevée qui soit pour un individu "moyen": celui-ci ne choisira probablement pas comme métier d'être voltigeur (ou cascadeur) en encourageant un risque de décès autour de 10^{-2} même si la "compensation" est très élevée.

Faisons abstraction maintenant des cas extrêmes des scénarios de ΔP^*_1 (10^{-2} et 10^{-5}) et comparons les figures II et III. Nous pouvons annoncer qu'en général -pour des ΔP^*_1 moyens de 10^{-3} et 10^{-4} - la fonction $V(P_1)$ est linéaire pour la version 2 (figure II) et est non linéaire pour la version 3 (figure III).

Ce résultat nous renvoie au début de la section où nous nous posions la question de la "légitimité" d'employer la formule $m=V/\Delta P$ pour calculer la valeur de la vie humaine quand les changements de risque sont non marginaux. En effet, si on se concentre sur la version 2, qui possède une variation de probabilité somme toute assez petite ($\Delta P^*_1 = 4/40\ 000$), nous n'avons pas besoin de nous prononcer sur la marginalité de ΔP pour des fins de calcul de la valeur de la vie car $V(P)$ est linéaire

dans ce cas. Quand cette dernière est linéaire, la formule $m=V/\Delta P$ est adéquate même si ΔP est non marginal. D'un autre côté, nous pouvons nous prononcer sur la variation ΔP de la version 3 en avançant qu'elle est non marginale car égale à 200/40 000. Dans ce cas la linéarité de la fonction $V(P_1)$ est impérative si on veut calculer la valeur de la vie à l'aide de la formule $m=V/\Delta P$. Comme le montre la figure III, cette linéarité n'est cependant pas obtenue, et l'utilisation de la formule précédente n'est donc pas appropriée. Les valeurs de vie humaine anormalement basses de la version 3 trouvées au tableau XXXIV sont donc le résultat de la "mauvaise" utilisation de la formule $m = V/\Delta P$.

Nous n'avons pas inclus les graphiques de $V(P)$ relatifs à la version 1, mais nous avons trouvé que la non linéarité de $V(P)$ est encore un peu plus forte que celle de la version 3 car le niveau \bar{P}_1 y est plus élevé. Les conclusions quant à la version 1 se trouvent alors être les mêmes que celles de la version 3.

Nous ne pouvons malheureusement à ce stade avancer la bonne méthode de calcul de la valeur de la vie humaine dans un cadre de variations non marginales de probabilités. Nous sommes cependant convaincus qu'il y a là beaucoup de contributions à faire car le domaine est peu exploré. Mentionnons que lors du scénario où $RR = 5$, les conclusions de comparaison entre les versions 2 et 3 (figures IV et V) sont les mêmes que celles tirées des comparaisons des figures II et III.

4. MODÈLE AVEC RÉGRESSION

Contrairement à la section précédente où on supposait que les individus étaient homogènes, la présente section a pour but de faire ressortir l'importance des caractéristiques individuelles dans la détermination des DAP. En fait, l'effet de ces caractéristiques est aussi bien soutenu par les fondements économiques que par les auteurs psychologiques, qui pensent que les différences de perception ainsi que les différences d'aptitude au traitement de l'information par les individus devraient conduire à une évaluation différente.

4.1 Rôle des variables de risque

Afin de faire le parallèle avec l'analyse de variance discutée précédemment nous avons inclus dans cette section trois variables de risque qui pourraient expliquer la détermination des DAP. La première, reflète le risque d'accident: elle est égale à la probabilité d'accident multipliée par 1 000. La deuxième est celle reliée au risque conditionnel: elle est équivalente à la probabilité de mourir s'il y a accident, multipliée par 1 000. La dernière enfin, mesure la variation du risque de décès lors d'un accident. En effectuant la régression de la DAP de A vers B, aucune de ces variables ne s'est montrée significative, confirmant par là-même les résultats trouvés lors de l'analyse de la variance. Dans un deuxième temps, nous avons opéré une régression de la DAP de B vers C, où seul le risque conditionnel avait un effet positif et significatif. Ce résultat intuitif confirme une fois de plus l'analyse de la variance effectuée précédemment.

4.2 Rôle de la variable de santé et des antécédents familiaux

4.2.1 La variable de santé

Comme notre modèle théorique comprend des fonctions d'utilité dépendantes des états de santé possibles, nous avons cru bon d'inclure une question subjective sur la santé. La question présentait différents états de santé au répondant et on lui demandait de choisir l'état de santé qui lui convient le mieux étant donné son âge. Les résultats de ce sondage sont représentés au tableau XXXV.

Tel que l'indique ce tableau, la grande majorité des répondants s'estiment en *excellente* ou *très bonne* santé. Seulement 6.5% d'entre eux estiment leur état de santé comme *moyen* comparativement aux personnes de leur âge. L'idée derrière l'introduction de cette variable est que les personnes dont la santé est faible se verront plus vulnérables lors d'un accident et seront prêtes à offrir une DAP différente de celle des personnes en bonne santé. Les résultats de la régression n'ont montré aucun effet significatif de la part de cette variable de santé. Il faut

noter que cet effet était à priori ambigu: une mauvaise santé implique une prédisposition au décès s'il y a accident, et donc une plus grande DAP. Aussi, un individu en mauvaise santé peut percevoir un accident de la route comme "marginal" et ne nécessitant pas beaucoup d'inquiétude, et par conséquent il y associe une DAP peu élevée. Soulignons enfin, que ce résultat pourrait être dû à la nature *ad hoc* de cette variable. Si c'est le cas, un modèle formel nous apporterait probablement plus de résultats significatifs.

TABLEAU XXXV: Fréquences des évaluations subjectives de l'état de santé

Santé	Nombre	Pourcentage
Excellente	148	36.9
Très bonne	139	34.7
Bonne	80	20.0
Moyenne	26	6.5
Mauvaise	8	2.0
Total	401	100

4.2.2 Histoire familiale des accidents de la route

L'importance de la variable de l'histoire familiale des accidents de la route se révèle à deux niveaux: d'une part, elle est une variable de santé car elle est reliée aux accidents, et d'autre part elle constitue une source d'information (sur les accidents) pour le répondant. Les attentes potentielles de cette variable sont comme suit: si le répondant et/ou un (ou plusieurs) membre(s) de sa famille a subi un accident de la route, alors les perceptions de celui-ci quant aux effets néfastes des accidents sont plus sensibles. On s'attendrait alors que ce répondant offre une DAP plus

élevée que ses pairs qui n'ont pas connus d'accidents.

Sur un échantillon de 400 répondants, 60% d'entre eux et/ou leur proches (240 personnes) ont déjà eu un (ou des) accident(s) de la route. En identifiant cette variable par une variable qualitative (0 = pas d'accident; 1 = accident), nous avons trouvé que l'effet sur la DAP est positif et très significatif (à un niveau de 0.001). Ce résultat est conforme à nos attentes dans la mesure où il exprime une plus grande aptitude à payer de la part des répondants les plus touchés par les inconvénients des accidents routiers.

4.3 Quelques remarques sur la régression

Notre premier intérêt réside dans les DAP pour les baisses de risque (de A vers B). Nous reporterons alors les résultats qui s'y rapportent, mais avant, nous aimerions fournir quelques réflexions sur le modèle économétrique.

4.3.1 Forme de la fonction DAP

Nous avons d'abord considéré la forme linéaire, mais celle-ci ne donnait pas de bons résultats. Afin de prendre en compte la non-linéarité de la fonction nous avons testé les formes semi-logarithmique et de racine carrée. Ces deux formes nous donnaient des résultats quasiment identiques. Nous avons enfin opté pour le modèle avec racine carrée car il était plus simple. La raison est que le choix du modèle logarithmique aurait imposé des transformations sur les variables dépendantes (DAP) nulles afin qu'elles ne restent pas indéterminées.

4.3.2 Les observations manquantes

Il y a plusieurs méthodes qui tentent de résoudre le problème des observations manquantes. Nous en mentionnerons deux: l'une, consiste à réduire la taille de

l'échantillon à son plus grand nombre avec observations complètes, et utiliser cet ensemble pour des fins de comparaison entre les différentes spécifications de modèle. Cette méthode a l'inconvénient de réduire considérablement la taille de l'échantillon quand un grand nombre de variables est introduit, ou quand on inclut une variable relative à une question jugée "indiscrete" ou difficile par les répondants (peu de réponses). L'autre méthode consiste à estimer chaque modèle en se basant sur l'échantillon des observations complètes pour ses variables. Les comparaisons entre les modèles refléteront alors aussi bien les différences entre les variables incluses que les changements de taille des échantillons.

4.4 Régression pour les baisses de risque

Nous reporterons d'abord les résultats pour l'ensemble de l'échantillon sans spécification pour les points noirs. Dans un deuxième temps nous indiquerons les variables de présence des quatre points noirs. Définissons d'abord les variables explicatives que l'on retrouvera dans les différents modèles (voir tableau XXXVI).

4.4.1 Modèle "sans" points noirs

Ce qu'on appelle le modèle "sans" points noirs est le modèle où on n'a pas introduit de façon explicite les variables d'indication des points noirs. Le tableau XXXVII présente les résultats de la régression du modèle de la DAP (racine carrée) pour des baisses de risque de A vers B. En général, les modèles expliquent seulement une petite partie du pourcentage de variation des DAP. Néanmoins, plus on rajoute de variables plus la force d'explication augmente sans toutefois dépasser 8%. Notons que ce phénomène n'est pas rare dans les études comportant des données individuelles, et est relativement fréquent dans les travaux d'évaluations contingentes. Ceci dit, il existe plusieurs aspects des différents modèles dont nous allons discuter. Tout d'abord, nous avons restreint notre échantillon à son plus grand nombre avec observations complètes pour toutes les variables

TABLEAU XXXVI: Définition des variables

Variables	Définitions
HISTACC	Histoire familiale des accidents de la route. Variable qualitative égale à un si le répondant et/ou un de ses proches a subi un accident de la route, et à zéro sinon.
REVPERS	Revenu personnel annuel brut du répondant.
AGERE	Année de naissance du répondant.
DEFENSE	Dépenses annuelles en loterie
FEUPIED	Attente du feu vert pour piétons. Variable qualitative égale à un si, avant de traverser, le répondant attend <i>toujours</i> , <i>très souvent</i> ou <i>souvent</i> le feu vert pour piétons; Elle est égale à zéro s'il l'attend <i>quelquefois</i> , <i>rarement</i> ou <i>jamais</i> .
CEINAVT	Variable qualitative exprimant la fréquence du port de la ceinture de sécurité du passager avant. Elle est égale à un si le répondant la porte <i>toujours</i> et à zéro sinon.
IND _i (i=1....4)	Variable qualitative exprimant la présence d'un point noir particulier. Elle est égale à un si le répondant appartient au point noir i et à zéro sinon.

Tableau XXXVII: Modèles des DAP pour des baisses de risque (A - B)
(sans points noirs)

Variables et statistiques	1	2	3	4	5
Constante	4.71 [-] (8.25) ^{a**}	-95 [-] (-2.10) ^{**}	-103 [-] (-2.27) ^{**}	-120 [-] (-2.63) ^{**}	-106 [-] (-2.26) ^{**}
HISTACC	2.36 [0.18] ^b (3.22) ^{**}	1.91 [0.14] (2.51) ^{**}	1.59 [0.12] (2.07) ^{**}	1.48 [0.11] (1.93) ^{**}	1.41 [0.10] (1.84) [*]
AGERE		0.052 [0.12] (2.20) ^{**}	0.055 [0.13] (2.36) ^{**}	0.063 [0.15] (2.70) ^{**}	0.057 [0.14] (2.36) ^{**}
REVPERS			4.74 E-5 [0.12] (2.15) ^{**}	4.81 E-5 [0.12] (2.19) ^{**}	4.53 E-5 [0.11] (2.05) ^{**}
DEPENSE				0.005 [0.11] (2.05) ^{**}	0.005 [0.11] (2.03) ^{**}
FEUPIED					-0.886 [-0.07] (-1.18)
R²	0.030	0.044	0.058	0.069	0.073
F	10.38 ^{**}	7.68 ^{**}	6.71 ^{**}	6.12 ^{**}	5.18 ^{**}
n	331	331	331	331	331

- a les chiffres entre parenthèses représentent les t statistiques de l'hypothèse nulle de non association.
- b les chiffres entre crochets expriment les coefficients "standardisés".
- significatif à 95%.
- . significatif à 90%.

simultanément. Ceci a réduit la taille de notre échantillon mais nous permet de comparer des modèles contenant les mêmes répondants. La statistique F est significative pour chacune des spécifications. Afin de déceler l'importance relative de chaque variable comparativement aux autres, nous avons reporté la valeur des coefficients "standardisés" (bêta) entre crochets. En effet, comme chacune des variables possède des unités de mesures différentes, nous avons calculé ces coefficients bêtas standardisés comme suit:

$$BETA_k = B_k \left(\frac{S_k}{S_y} \right)$$

où B_k représente le coefficient de la variable k , S_k son écart-type, et S_y celui de la variable dépendante. Ces coefficients *beta* représentent les coefficients des variables indépendantes quand toutes les variables indépendantes sont exprimées sous une forme standardisée.

A mesure qu'on rajoute des variables explicatives, le modèle reste relativement stable, et jamais on assiste à un grand décalage de niveau de signification entre deux spécifications avoisinantes.

Dans ce modèle, on remarque que la variable HISTACC est significative, révélant ainsi que les personnes, et/ou les membres de leurs famille, qui ont subi un accident de la route sont prêtes à payer plus pour l'amélioration du réseau routier; ceci est compréhensible du fait que ces individus connaissent mieux l'événement (accident) et ses conséquences que les autres personnes de l'échantillon. La seconde variable, AGERE -significative elle aussi- indique que les plus jeunes paient plus que les plus vieux; cette constatation rejoint la thèse du "capital humain" qui suppose que la vie d'une personne jeune vaut plus que celle de cette même personne quelques années plus tard. La variable suivante, REVPERS, nous montre que les individus choisissent de payer les différents biens en prenant en considération leur contrainte budgétaire: plus ils sont riches, plus ils sont prêts à payer pour ce bien; le bien dont il est question ici est une baisse du risque d'accident. Cette conclusion est compatible avec la théorie économique. Quant à la

dernière variable, DEPENSE, son signe est contraire à celui attendu, indiquant que les gens qui dépensent plus à la loterie ont tendance à payer plus que les autres pour s'"assurer" d'un meilleur réseau routier. Cette conclusion va renforcer les "attaques" contre la théorie de l'espérance d'utilité, en montrant que les gens qui jouent le plus (quantitativement) à la loterie sont les mêmes personnes qui s'"assurent" le plus aussi. Seule la variable FEUPIED est non significative, révélant par là-même qu'il n'y a pas de différence d'évaluation monétaire de la sécurité routière de la part des répondants piétons, qu'ils respectent ou non les feux de signalisation. Enfin, tel qu'il apparaît entre crochets au tableau XXXVII, le coefficient "normalisé" de la variable d'âge est le plus important de tous, les autres variables se situant à peu près au même niveau.

4.4.2 Modèle "avec" points noirs

Afin de savoir si les populations autour des sites dangereux étaient prêtes à fournir des DAP différentes de celles du reste de la population, nous avons mis sur pied un modèle avec points noirs. Dans ce modèle on introduit les quatre points noirs de l'étude -IND1 à IND4- au modèle précédent. Rappelons que chaque point noir reflète une intersection dangereuse à un degré de gravité différent.

Les conclusions des signes et significations des variables sont les mêmes que celles du modèle ci-dessus, avec en plus le paramètre de la variable IND1 qui est significativement différent de zéro. Le signe de ce paramètre indique quant à lui une prédisposition de la population autour de ce point noir à payer plus pour de la sécurité routière que la population qui est en dehors des points noirs. Les paramètres des autres points noirs restent non significativement différents de zéro. Une des explications possibles est que leur taux d'accident n'est pas assez élevé pour induire une préoccupation de la part de la population avoisinant ces points noirs. Notons que parmi tous les points noirs de cette étude, c'est le point noir numéro un -IND1- qui a enregistré le plus grand nombre d'accidents.

Tableau XXXVIII: Modèles des DAP pour des baisses de risque (A - B)
(avec points noirs)

Variables et statistiques	1	2	3	4	5	6
Constante	4.72 [-] (8.32) ^{a**}	-92 [-] (-2.06) ⁻	-99 [-] (-2.21) ⁻	-106 [-] (-2.39) ⁻	-122 [-] (-2.71) ⁻	-122 [-] (-2.69) ⁻
HISTACC	2.36 [0.17] ^b (3.23) ⁻	1.89 [0.14] (2.51) ⁻	1.78 [0.13] (2.37) ⁻	1.45 [0.11] (1.90) ⁻	1.34 [0.10] (1.76) [.]	1.29 [0.10] (1.67) [.]
AGERE		0.050 [0.12] (2.17) ⁻	0.053 [0.13] (2.32) ⁻	0.056 [0.14] (2.47) ⁻	0.64 [0.16] (2.79) ⁻	0.064 [0.16] (2.76) ⁻
IND1			2.58 [0.12] (2.21) ⁻	2.68 [0.12] (2.31) ⁻	2.63 [0.12] (2.28) ⁻	2.66 [0.12] (2.22) ⁻
REVPERS				4.89 E-5 [0.12] (2.23) ⁻	4.94 E-5 [0.12] (2.27) ⁻	4.94 E-5 [0.12] (2.24) ⁻
DEPENSE					0.004 [0.11] (1.98) ⁻	0.004 [0.10] (1.93) ⁻
IND2						-0.38 [-0.021] (-0.39)
IND3						0.70 [0.029] (0.52)
IND4						0.29 [0.014] (0.25)
R²	0.031	0.044	0.058	0.072	0.084	0.085
F	10.44 ⁻	7.62 ⁻	6.77 ⁻	6.39 ⁻	5.94 ⁻	3.75 ⁻
n	333	333	333	333	333	333

- a les chiffres entre parenthèses représentent les t statistiques de l'hypothèse nulle de non association.
- b les chiffres entre crochets expriment les coefficients "standardisés".
- significatif à 95%.
- . significatif à 90%.

4.4.3 Le modèle avec regroupement

Si on suppose que c'est le même modèle qui gouverne la détermination des DAP pour les baisses de risque de A vers B et de B vers C, alors on peut regrouper ces deux évaluations en un seul modèle: c'est le modèle avec regroupement (ou "pooling") qui est reproduit au tableau ci-dessous. En général, les coefficients du modèle regroupé possèdent des niveaux de signification plus élevés que ceux du modèle simple; ceci est dû en partie au nombre d'observations plus élevé. La première spécification du tableau ci-dessous est comparable à la dernière spécification du tableau XXXVII relatif au modèle sans points noirs. Notons que la variable FEUPIED est significative à 85%. Son signe négatif peut s'expliquer ainsi: ceux qui attendent *toujours*, *très souvent* ou *souvent* le feu vert pour piétons (avant de traverser) sont prêts à payer moins que les autres (qui attendent *quelquefois*, *rarement* ou *jamais*). Cette explication qui n'est pas de prime abord très intuitive, peut se révéler conforme à certaines études empiriques qui associent des coûts à certaines activités d'autoprotection (Blomquist, 1979). Ce coût est donc implicitement retranché de la DAP qu'on aurait payé si on n'avait pas effectué ces activités d'autoprotection. Mais cette explication n'est pas valable pour la variable CEINAVT. En observant la deuxième spécification du modèle regroupé, on se rend compte que le coefficient de CEINAVT est positif et significatif. Son signe indique que les répondants qui se mettent à la place du passager (avant) et qui attachent *toujours* leur ceinture de sécurité sont prêts à payer plus que les autres (qui s'attachent *souvent*, *rarement* ou *jamais*). Ce phénomène est quelque peu difficile à expliquer car le fait de *toujours* s'attacher est relié à deux causes: l'aversion au risque physique et l'obligation par le code de sécurité routière de boucler sa ceinture. Cette activité peut dans ce cas ne pas être interprétée comme une activité d'autoprotection seulement, mais plutôt un mixte d'activité d'autoprotection et d'obéissance aux lois. Rappelons que le non respect des feux de signalisation par les piétons est très rarement réprimandé à Montréal (lieu de l'étude); par conséquent, la variable FEUPIED ne s'apparente pas à la variable CEINAVT. Enfin, dans la troisième spécification du modèle avec regroupement, les résultats sont

**TABLEAU XXXIX: Modèles des DAP pour des baisses de risque
(modèles avec regroupement)**

Variables et statistiques	1	2	3
Constante	-120 [-] (-3.76) ^{**}	-114 [-] (-3.56) ^{**}	-123 [-] (-3.80) ^{**}
HISTACC	1.18 [0.09] ^b (2.26) ^{**}	1.28 [0.10] (2.46) ^{**}	1.04 [0.08] (1.99) ^{**}
AGERE	0.064 [0.16] (3.87) ^{**}	0.059 [0.15] (3.60) ^{**}	0.065 [0.16] (3.91) ^{**}
REVPERS	5.72 E-5 [0.15] (3.82) ^{**}	5.94 E-5 [0.15] (3.98) ^{**}	5.70 E-5 [0.15] (3.77) ^{**}
DEPENSE	0.005 [0.12] (3.21) ^{**}	0.005 [0.12] (3.23) ^{**}	0.005 [0.12] (3.14) ^{**}
FEUPIED	-0.75 [-0.06] (-1.47)	-0.64 [-0.05] (-1.27)	-0.71 [-0.05] (-1.38)
CEINAVT		2.23 [0.07] (1.82) [*]	---
IND1			1.52 [0.07] (1.83) [*]
IND2			-0.49 [-0.03] (-0.74)
IND3			0.41 [0.02] (0.44)
IND4			-0.40 [-0.02] (-0.51)
R²	0.086	0.09	0.09
F	12.30 ^{**}	10.80 ^{**}	7.42 ^{**}
n	660	658	660

a les chiffres entre parenthèses représentent les t statistiques de l'hypothèse nulle de non association.

b les chiffres entre crochets expriment les coefficients "standardisés".

** significatif à 95%.

* significatif à 90%.

similaires au modèle simple (A-B). Seule la variable IND1 perd de son niveau de signification (de 0.05 à 0.10); ceci pourrait s'expliquer par une moindre différence dans les DAP additionnelles (B-C) entre les résidents du point noir numéro un et les autres résidents en dehors des points noirs.

CONCLUSION

Parmi les résultats trouvés au sein de cette étude, il en existe qui ne sont pas toujours clairs, et reflètent donc la complexité du sujet des évaluations de biens hypothétiques en général, et la sécurité routière en particulier. Un premier résultat qui pourrait paraître contradictoire est que la majorité de la population sondée estime qu'il faudrait régler en priorité le problème de la pollution de l'environnement; celui-ci apparaît comme le plus urgent et devance des préoccupations telles les maladies infantiles, le cancer, les maladies du coeur, les accidents de la route et les incendies de résidences. Questionnée ensuite sur le degré de gravité des accidents de la route, les trois quart de cette population pensent que c'est un problème *assez grave* ou *très grave*. Ce résultat apparemment contradictoire peut s'expliquer par le fait que les accidents de la route ont été présentés seuls, sans "concurrents", sans considération financière, et que les répondants ont évalué le degré de gravité de ces accidents seulement. Parallèlement, les répondants ont en moyenne sous-estimé les événements à forte probabilité (cancer, maladies du coeur) et surestimé ceux à "faible" probabilité (accidents de la route et pollution de l'air); ce résultat est conforme à certaines thèses (Fischhoff et al., 1981). Pour ce qui est de l'exposition au risque d'accident, nous avons trouvé que la moitié de la population des conducteurs était assez peu exposée en parcourant moins de 10 000 km durant les douze derniers mois. En revanche, le taux d'autoprotection des répondants reste assez limité: 28% seulement d'entre eux respectent *toujours* les limites de vitesse affichées, et à peine 60% affirment qu'ils bouclent *toujours* leur ceinture de sécurité du passager arrière.

Dans l'analyse de la variance des DAP pour des baisses de risque, nous avons trouvé que le risque conditionnel (mort s'il y a accident) influençait positivement (et de façon significative) les DAP: ce résultat était valable seulement pour la baisse de risque de B vers C. Par contre le risque de base (accident) est demeuré non significatif; Ceci pourrait être dû à une sensibilité plus élevée au risque de mort par rapport au risque d'accident.

Dans le cadre du scénario E2, les répondants ont montré qu'ils étaient prêts à payer un montant plus faible pour éviter l'accroissement de leur risque (B → A) que pour induire sa baisse (A → B). La question des *droits de propriété* est alors présente, car les répondants estiment que leur niveau actuel de risque est un "droit", et que toute hausse de risque est vue comme une atteinte à ce droit. Ils s'ensuit que leurs DAP pour éviter la dégradation de leur sécurité sont plus faibles que celles pour son amélioration. Traitant de l'*effet de certitude*, nous avons trouvé que, pour une même variation de risque, les répondants déboursaient un montant plus élevé si le point final de cette variation était nul que s'il était positif. Ce résultat vient renforcer certaines analyses (Kahneman et Tversky, 1981) qui traitent de l'importance de l'*effet de certitude*.

Une différence majeure a été observée lors de la comparaison des valeurs de la vie des versions 1 et 3 (environ 18 000\$) à celles de la version 2 (environ 1 million de dollars). Cette deuxième valeur est proche des valeurs trouvées habituellement dans la littérature. Afin d'expliquer cette différence, nous sommes revenus à la formule de calcul ($m = \text{DAP} / \Delta p$), et nous avons déduit que les variations de probabilité des versions 1 et 3 (de l'ordre de 1%) étaient non marginales. Dans ce cas, seulement une fonction DAP(P) linéaire aurait permis l'utilisation de la formule précitée. Sous certaines hypothèses, nous avons tracé cette fonction et avons trouvé que celle-ci n'était pas linéaire pour les versions 1 et 3, et était quasiment linéaire pour la version 2. Par conséquent, l'utilisation de la formule $m = \text{DAP} / \Delta p$ pour calculer la valeur de la vie n'était pas adéquate pour les versions 1 et 3.

Nous pensons enfin qu'il reste beaucoup à faire dans les domaines des changements non marginaux car ceux-ci sont souvent présents (ex. risques liés aux centrales nucléaires).

Lors des régressions, il s'est avéré que certaines variables étaient déterminantes dans l'analyse de la DAP. Tel que le prédit la théorie, le coefficient du revenu est positif et significatif. La variable d'âge indique quant à elle une DAP plus forte de la part des plus jeunes par rapport aux plus vieux. Cette constatation nous amène à nous poser la question sur la nécessité d'un cadre d'analyse à plusieurs périodes, où les probabilités des différentes périodes peuvent subir un choc. Les répondants (et/ou leurs proches) qui ont subi un accident de la route sont plus sensibles à ce problème, et exhibent une DAP plus élevée que les personnes qui n'ont pas vécu l'expérience des accidents routiers. Cette variable mériterait plus de détails car elle renferme deux composantes: santé et information. Un résultat qui viendrait porter de l'eau au moulin des critiques de la théorie de l'espérance d'utilité est celui lié au coefficient de la variable DEPENSE; en effet celui-ci est positif et significatif, expliquant ainsi que les répondants qui dépensent le plus en loterie paient plus que les autres pour s'"assurer" d'un meilleur réseau routier. Ceci ne devrait cependant pas invalider le théorème d'espérance d'utilité, mais nécessiterait plus de recherche (économie-psychologie) sur des concepts tel le "rapport à l'argent" par exemple. Enfin, nous avons trouvé que les personnes qui habitaient à proximité du point noir le plus dangereux étaient prêtes à déboursier un montant plus élevé que les autres (résidant en dehors des points noirs).

ANNEXE

**QUESTIONNAIRE SUR LA DISPOSITION À PAYER POUR
L'AMÉLIORATION DU RÉSEAU ROUTIER**

QUESTIONNAIRE SUR LA DISPOSITION À PAYER POUR L'AMÉLIORATION DU RÉSEAU ROUTIER

CENTRE DE RECHERCHE SUR LE TRANSPORT

SOM inc.

Août 1991

Texte de bienvenue:

Bonjour, je suis _____ de la maison de recherche SOM. Nous avons été mandaté par le centre de recherche sur les transports de l'Université de Montréal pour réaliser une étude dans votre quartier sur les risques (**d'accidents et de problèmes de santé**) et j'aurais besoin de votre collaboration pour quelques instants.

SEL1 Êtes-vous le ou la responsable de votre foyer ? (la personne qui prend la majorité des décisions pour le ménage)

- Oui 1
- Non 2 --> Demandez à lui parler ou prenez rendez-vous.
- refus 9 --> Terminez et remerciez

Répétez le texte de bienvenue si nécessaire.
Si nécessaire : l'entrevue sera d'une durée d'environ 20 à 25 minutes.

Nous faisons cette étude pour avoir votre opinion, il n'y a donc pas de bonnes ou de mauvaises réponses; ce n'est pas un examen! Les renseignements que vous me fournirez seront strictement confidentiels et ne seront pas transmis au gouvernement.

Notez les réponses sur la grille : ne rien inscrire sur ce questionnaire.

Soyez très attentif : il existe trois jeux de cartes différents. Les entrevues «trous noirs» sont toujours faites en utilisant le jeu de carte jaune. Pour les entrevues avec rendez-vous, vous devez utiliser le jeu de carte de la couleur indiquée sur votre feuille de route.

Q1.1 Supposons que vous êtes un décideur (quelqu'un qui prend les décisions) du gouvernement et que vous disposez d'un budget limité. On vous présente les six problèmes suivants (**donnez les cartes de la question 1.1 au répondant**). Quel est le problème que vous tenteriez de régler en priorité ?

(demandez au répondant de vous remettre la carte) Parmi les cinq problèmes restants, quel est celui que vous tenteriez de régler en priorité?
(demandez au répondant de vous remettre la carte et reposez la question jusqu'à épuisement des cartes)

Indiquez l'ordre dans lequel le répondant vous remet les cartes

- Cancer |_|
- Mortalité infantile (à la suite d'une maladie) |_|
- Maladies du coeur (exemple : attaques cardiaques) |_|
- Accidents de la route |_|
- Accidents dus aux incendies de résidence |_|
- Pollution de l'environnement |_|
- Tous pareils = 7
- NSP = 8
- NRP = 9

Q1.2 Parmi les cinq problèmes suivants (**donnez les cartes de la question 1.2 au répondant**), quelle est, selon vous, la principale cause de mortalité chez les Québécois? (**demandez au répondant de vous remettre la carte**) Parmi les quatre problèmes restants, quelle est la principale cause de mortalité chez les Québécois? (**demandez au répondant de vous remettre la carte et reposez la question jusqu'à épuisement des cartes**)

- Cancer |_|
- Maladies du coeur (exemple : attaques cardiaques) |_|
- Accidents de la route |_|
- Accidents dus aux incendies de résidence |_|
- Sida |_|
- Tous pareils = 7
- NSP = 8
- NRP = 9

Q2 Considérez-vous qu'au Québec les accidents de la route constituent un problème ...?

- pas du tout grave 1
- peu grave 2
- moyennement grave 3
- assez grave 4
- très grave 5
- NSP 8
- NRP 9

Donnez la carte des conséquences possibles d'accident au répondant et lisez l'information suivante :

Chaque année, il y a des milliers d'accidents de la route. Ces derniers peuvent survenir entre deux véhicules ou plus, un piéton et un ou plusieurs véhicules, et aussi un véhicule tout seul peut subir un accident. Les causes de ces accidents sont diverses comme le sont d'ailleurs leurs conséquences. Ainsi, on peut avoir des accidents qui occasionnent des dommages matériels seulement (on peut perdre de l'argent), des blessures légères (pas plus d'une nuit à l'hôpital), des blessures graves (plus d'une nuit à l'hôpital) et même des décès.

Q3.1 Au cours des trois dernières semaines, avez-vous eu connaissance d'un accident de la route, que ce soit par les journaux, la radio, la télévision, parce que quelqu'un vous en a parlé ou parce que vous en avez été témoin?

- Oui 1
- Non 2 --> PAQ 3.3
- NSP 8 --> PAQ 3.3
- NRP 9 --> PAQ 3.3

Q3.2 De combien d'accidents de la route (pas le nombre de morts) avez-vous eu connaissance au cours des trois dernières semaines?

- Un accident 1
- Deux à cinq accidents 2
- Six à dix accidents 3
- 11 accidents et plus 4
- NSP 8
- NRP 9

Q3.3 Où s'est produit le plus récent accident de la route dont vous avez eu connaissance que ce soit dans les journaux, à la radio, à la télévision, parce que quelqu'un vous en a parlé ou parce que vous étiez sur les lieux de l'accident (pas nécessairement dans les trois dernières semaines)?

Sondez pour préciser et notez la réponse de la façon la plus précise possible (un seul choix)

- Dans le quartier 1
- Sur l'île de Montréal (en dehors du quartier) 2
- Dans la province de Québec (en dehors de l'île de Montréal) 3
- En dehors du Québec 4
- NSP 8
- NRP 9

Q4.1 Selon vous, ... peuvent-elles (peut-il) agir de façon ... pour réduire le nombre d'accidents de la route?

les autorités municipales

- très efficace 1
- efficace 2
- moyennement efficace 3
- peu efficace 4
- pas du tout efficace 5
- NSP 8
- NRP 9

Q4.2 le gouvernement provincial

- très efficace 1
- efficace 2
- moyennement efficace 3
- peu efficace 4
- pas du tout efficace 5
- NSP 8
- NRP 9

Q5 Parmi les quatre choix suivants (**donnez les cartes de la question 5 au répondant**), quelle est la principale cause des accidents de la route au Québec? (**demandez au répondant de vous remettre la carte**) Parmi les trois choix restants quelle est la principale cause des accidents de la route au Québec? (**demandez au répondant de vous remettre la carte et reposez la question jusqu'à épuisement des cartes.**)

Notez l'ordre dans lequel le répondant remet les cartes.

Insistez, si nécessaire, sur ce qu'on entend par « comportement des conducteurs »

- Le comportement des conducteurs en général (habileté, respect des lois, alcool au volant, etc.)
- La négligence des piétons ou des cyclistes
- Une mauvaise signalisation routière
- L'état des routes
- Si le répondant mentionne une autre cause d'accident, indiquez-la :

- Une autre cause (précisez : _____ | _ | _ |)

- Toutes pareilles = 7
- NSP = 8
- NRP = 9

Donnez la carte de l'échelle des risques au répondant et lisez l'information suivante :

Cette échelle présente les risques de mort pour des personnes pratiquant diverses activités (cascadeurs, fumeurs, parachutistes, constructeurs de navire, constructeurs en bâtiment, officiers de police, banquiers/ingénieurs, agents d'assurances) et les risques de mort associés à différentes causes (diabète, accident à la maison, incendie à la maison, accident d'avion, empoisonnement, inondation). Les chiffres de droite indiquent les risques de mort associés aux différentes professions ou activités, pour ceux qui les pratiquent, et les risques de mort associés aux différentes causes pour l'ensemble de la population. L'échelle présente ces risques du plus élevé au plus faible afin que vous puissiez facilement les comparer. Remarquez aussi qu'il y a des brisures entre les cinq parties de l'échelle et que celles-ci sont de couleurs différentes pour montrer que l'écart entre les niveaux de risque est très grand.

Ceci signifie par exemple que durant l'année prochaine, 47 employés de la construction sur 100 000 mourront d'un accident de travail et que 15 personnes sur 100 000 mourront du diabète.

Je vais vous demander d'évaluer vos propres risques de mourir en vous basant sur l'échelle des risques. si je vous demandais par exemple d'évaluer vos risques de mourir d'un accident de travail vous pourriez juger que votre risque est plus élevé que celui d'un agent d'assurance (4 sur 100 000) mais moins élevé que celui d'un banquier ou d'un ingénieur (6 sur 100 000). Vous pourriez alors estimer que votre risque est de 5 sur 100 000.

Notez que vous pouvez donner des chiffres qui ne sont pas sur l'échelle.

Q6 Selon l'échelle qui est devant vous, quel est, à votre avis, votre propre risque de mourir l'année prochaine suite à ... (**Demandez au répondant de vous donner une probabilité (sur 100 000) ou de pointer sur l'échelle des risques. Proposer une probabilité au répondant avant d'inscrire la réponse selon la seconde méthode.**)

	Probabilité ou..	entre....	et
• un cancer	_	_	_
• la pollution de l'air	_	_	_
• une maladie du coeur (y compris une attaque cardiaque)	_	_	_
• un accident de la route	_	_	_
• NSP	8888		
• NRP	9999		

Donnez la carte A au répondant

Une façon de penser aux risques d'accident serait d'utiliser cette carte. Elle utilise des cercles pour montrer les deux types de risques auxquels on fait face quotidiennement. On peut penser au risque comme étant une aiguille qu'on ferait tourner à l'intérieur d'un cercle. Plus la portion ombrée du cercle est grande et plus la chance que l'aiguille s'arrête sur celle-ci est grande. Par exemple, dans le deuxième cercle, il y a 1 chance sur (lire sur la carte) ou (lire sur la carte %) de chance que l'aiguille s'arrête sur la région ombrée. Ceci veut dire qu'en moyenne, sur cent tours, l'aiguille s'arrêtera (lire la valeur du %) fois sur la portion ombrée. **(Assurez-vous de la compréhension du répondant).**

Poursuivons maintenant en observant les différences entre les trois cercles. Le premier cercle montre les risques d'avoir un accident de la route. Sur la carte il est de (lire sur la carte %).

On considère le deuxième cercle seulement dans le cas où un accident survient (l'aiguille s'arrête sur la partie ombrée du premier cercle). Si vous subissez un accident de la route, il n'est pas sûr que vous en mouriez. Le deuxième cercle illustre cette probabilité de mourir si on a un accident. Sur votre carte, elle est de (lire sur la carte %). Le deuxième cercle représente l'état de santé d'un individu, sa résistance physique, son comportement au moment de l'accident, son hérédité, etc.

Le troisième cercle combine les deux types de risque en un risque global personnel. Il est obtenu en multipliant les probabilités des deux premiers cercles. Il montre en fait les risques de mourir d'un accident de la route. Sur la carte, ce risque est de (lire sur la carte %).

Les probabilités indiquées sont hypothétiques, mais en répondant à mes questions un peu plus tard, faites comme s'il s'agissait de probabilités réelles.

L'une des tâches du gouvernement est d'améliorer le réseau routier (réparer les routes, construire de nouvelles routes et autoroutes, améliorer la signalisation, mieux faire respecter le code de la route, etc.) Les améliorations réduisent les taux d'accident, mais elles coûtent de l'argent. En tant qu'utilisateurs de ce réseau routier amélioré et en tant que contribuables, nous paierons le coût d'un réseau routier plus sécuritaire. Nous nous attendons alors à payer des taxes plus élevées.

Pour les questions qui suivent, je vais vous présenter différents scénarios et différentes situations. Je vais vous demander de répondre aux questions en vous imaginant que vous êtes dans ces situations.

Donnez la PRÉSENTATION DE LA 1ÈRE SITUATION au répondant et cartes A, B et C.

Nous imaginerons maintenant un scénario dont vous devrez tenir compte pour répondre aux questions. Je vais vous demander les montants que vous seriez prêt

à payer pour que vos risques passent des niveaux indiqués sur la carte A à ceux indiqués sur la carte B et, ensuite, des niveaux indiqués sur la carte B à ceux indiqués sur la carte C. Imaginez que, dans quelques jours, vous êtes dans la situation suivante :

- il fait nuit;
- vous êtes à l'intérieur d'un véhicule;
- vous approchez d'une intersection dangereuse, mal signalée et mal éclairée;
- la route devient mauvaise à l'approche de l'intersection;
- un véhicule apparaît soudainement et se dirige vers vous à vive allure;
- s'il y a accident vous risquez de perdre la vie.

Les risques auxquels vous faites face sont ceux de la carte A (**Parcourir la carte A avec le répondant**).

Dans un an, supposons que vous êtes dans la même situation. Toutefois, si le réseau routier est amélioré, vos risques seraient ceux indiqués sur la carte B (**décrire la carte B**).

Dans deux ans, vous serez encore une fois dans la même situation. Si le réseau routier est amélioré encore plus, vos risques seraient ceux indiqués sur la carte C (**décrire la carte C**).

Q7.1 Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, combien seriez-vous prêt à payer chaque mois sous forme de taxes supplémentaires, pour que, dans un an, les risques que vous courrez dans la même situation, passent de ceux de la carte A à ceux de la carte B? Notez que le montant que vous payerez sera entièrement consacré à l'amélioration du réseau routier.

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Q7.2 Combien seriez-vous prêt à payer de plus par mois l'année suivante pour que vos risques passent des niveaux indiqués sur la carte B à ceux de la carte C?

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Q7.3 En améliorant le réseau routier, le gouvernement peut aussi s'attarder à l'apparence et au confort. Par exemple, si on installe une barrière pour séparer les deux voies d'une route, on peut rendre l'installation plus belle en plantant des arbres. Cela améliore l'apparence sans réduire le nombre d'accidents mais coûte plus cher. Combien seriez-vous prêt à payer chaque mois, en plus des montants que vous venez de me donner (**questions 7.1 et 7.2**), pour que l'on s'attarde à l'apparence des améliorations du réseau routier?

||_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Donnez la PRÉSENTATION DE LA 2ÈME SITUATION et les cartes A', B' et C'.

Je vais vous poser les mêmes questions mais en utilisant une situation légèrement différente : dans quelques jours, vous êtes à bord du même véhicule et dans les mêmes conditions :

Rapidement

- *il fait nuit;*
- *vous êtes à l'intérieur d'un véhicule;*
- *vous approchez d'une intersection dangereuse, mal signalée et mal éclairée;*
- *la route devient mauvaise à l'approche de l'intersection;*
- *un véhicule apparaît soudainement et se dirige vers vous à vive allure;*

Mais, contrairement à tout à l'heure,...

- *s'il y a accident, vous perdrez 10 000 \$ (dommages matériels, perte de salaires, etc. non remboursés par une assurance), mais vous ne serez pas mort et vous ne serez même pas blessé.*

Les risques auxquels vous faites face sont ceux de la carte A (Parcourir la carte A' avec le répondant).

Supposons que, dans un an, vous êtes dans la même situation. Toutefois, si le réseau routier est amélioré, vos risques seraient ceux indiqués sur la carte B (décrire la carte B').

Dans deux ans, vous serez encore une fois dans la même situation, mais si le réseau routier est amélioré encore plus, vos risques seraient ceux indiqués sur la carte C (décrire la carte C').

Q8.1 Oubliez les montants que vous m'avez donnés plus tôt c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux que vous m'avez donnés. Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, combien seriez-vous prêt à payer chaque mois sous forme de taxes supplémentaires, pour que, dans un an, les risques que vous courrez dans la même situation passent de ceux de la carte A à ceux de la carte B? Notez que le montant que vous payerez sera entièrement consacré à l'amélioration du réseau routier.

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Q8.2 Combien seriez-vous prêt à payer de plus par mois l'année suivante pour que vos risques passent des niveaux indiqués sur la carte B à ceux de la carte C?

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Reprenez les cartes. Redonnez au répondant la carte de présentation de la première situation.

Reprenons la première situation, celle où vous risquez de mourir. Résumez rapidement la première situation.

*Supposons toujours que vous êtes dans la situation décrite sur la carte (carte **présentation 1ère situation**). compte tenu de l'état actuel du réseau routier, les risques auxquels vous faites face sont ceux de cette carte. (**donnez la carte X au répondant et décrivez-la**)*

*Si le gouvernement ne fait rien, l'état de la route se dégradera et vos risques s'élèveront; lorsque vous serez dans la même situation dans un an, ils seront ceux indiqués sur cette carte (**donnez la carte Y et décrivez-la**). Une intervention du gouvernement empêchera vos risques d'atteindre les niveaux indiqués sur la carte Y. Cette intervention coûte de l'argent;*

- Q9.1 Oubliez les montants que vous m'avez donnés plus tôt (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux que vous m'avez donnés). Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, combien seriez-vous prêt à payer chaque mois, sous forme de taxes supplémentaires, pour éviter l'accroissement de vos risques des niveaux de la carte X à ceux de la carte Y?

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Laissez au répondant la carte de présentation de la première situation et la carte X.

Oubliez les montants que vous m'avez donnés (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux que vous m'avez donnés). Imaginez toujours la situation décrite sur la carte (carte 1ère situation). Les risques sont tels que décrits sur la carte (carte X). Supposons que, grâce au projet d'amélioration du réseau routier, vos risques d'avoir un accident seront nuls, lorsque vous serez dans la même situation dans un an.

- Q9.2 Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, combien seriez-vous prêt à payer chaque mois, sous forme de taxes supplémentaires, pour être sûr de ne pas avoir d'accident lorsque vous serez dans la même situation l'année prochaine ?

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Reprenez les cartes. Redonnez au répondant la carte de présentation de la deuxième situation.

Reprenons la deuxième situation, celle où vous risquez de perdre 10 000 \$, mais où vous ne risquez pas d'être blessé. (Résumez rapidement la deuxième situation).

Supposons toujours que vous êtes dans la situation décrite sur la carte (*carte présentation 2ème situation*). Compte tenu de l'état actuel du réseau routier, les risques auxquels vous faites face sont ceux de cette carte. (**Donnez la carte X' au répondant et décrivez-la**).

si le gouvernement ne fait rien, l'état de la route se dégradera et vos risques s'élèveront; lorsque vous serez dans la même situation dans un an, ils seront ceux indiqués sur cette carte (**donnez la carte Y' et décrivez-la**). Une intervention du gouvernement empêchera le risque d'accident d'atteindre le niveau indiqué sur la carte Y. Cette intervention coûte de l'argent;

Q10.1 Oubliez les montants que vous m'avez donnés plus tôt (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux que vous m'avez donnés). Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, combien seriez-vous prêt à payer chaque mois, sous forme de taxes supplémentaires, pour éviter l'accroissement de vos risques des niveaux de la carte X à ceux de la carte Y?

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_| \$ par mois

• Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Laissez au répondant la carte de présentation de la deuxième situation et la carte X'.

Oubliez tous les montants que vous m'avez donnés (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux que vous m'avez donnés). Imaginez toujours la situation décrite sur la carte (*carte 2ème situation*). Les risques sont tels que décrits sur la carte (*carte X'*). Supposons que, grâce au projet d'amélioration du réseau routier, vos risques d'avoir un accident seront nuls, lorsque vous serez dans la même situation dans un an.

Q10.2 Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, combien seriez-vous prêt à payer chaque mois, sous forme de taxes supplémentaires, pour être sûr de ne pas avoir d'accident lorsque vous serez dans la même situation l'année prochaine?

|_|_|_| \$ par mois

• Montant révisé : |_|_|_| \$ par mois

- Transposez en montant annuel (X 12) et permettez au répondant de réviser le montant s'il le désire

Reprendre les cartes.

Considérons encore une fois les choses sous un autre angle. Je vais vous demander de choisir entre différentes combinaisons de risque et de paiement. Pour les questions que je vais vous poser, nous utiliserons la première situation seulement, c'est-à-dire celle où vous risquez de mourir. (Remettre la carte de présentation de la première situation et révisez-la rapidement).

Compte tenu de l'état actuel du réseau routier, vos risques sont ceux de cette carte. Remettre la carte L et décrivez-la. Le gouvernement a quatre choix.

Il peut maintenir les choses comme elles sont actuellement. Dans un an, lorsque vous serez dans la même situation, vos risques resteront aux niveaux indiqués sur cette carte. Vous ne paierez rien sous forme de taxes supplémentaires. (Résumez rapidement la carte L).

Si le gouvernement fait un peu d'efforts pour améliorer le réseau routier, dans un an, vos risques seront ceux de cette carte (Donnez la carte M au répondant et laissez-lui le temps de l'étudier). Ceci vous coûtera 4 \$ par mois en taxes supplémentaires.

Si le gouvernement fait un peu plus d'efforts pour améliorer le réseau routier, cela réduira vos risques aux niveaux indiqués sur cette carte (Donnez la carte O au répondant et laissez-lui le temps de l'étudier), mais vous devrez déboursier 18 \$ par mois en taxes supplémentaires.

Si le gouvernement fait beaucoup plus d'efforts pour améliorer le réseau routier, cela réduira vos risques aux niveaux indiqués sur cette carte (Donnez la carte P au répondant et laissez-lui le temps de l'étudier) et vous paierez alors 40 \$ par mois en taxes supplémentaires.

- Q11 Oubliez les montants que vous m'avez déjà donnés c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux que vous m'avez donnés. Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, laquelle des quatre solutions possibles préférez-vous (**demandez au répondant de vous remettre la carte**) ? Parmi les trois solutions restantes, laquelle préférez-vous ? (**demandez au répondant de vous remettre la carte et reposez la question jusqu'à épuisement des cartes**)

- | | |
|--------------------|-----|
| • Carte L | _ |
| • Carte M | _ |
| • Carte O | _ |
| • Carte P | _ |
| • Toutes pareilles | = 7 |
| • NSP | = 8 |
| • NRP | = 9 |

Je vais maintenant vous demander de choisir entre quatre autres solutions.

Compte tenu de l'état actuel du réseau routier, vos risques sont ceux de cette carte. (Remettre la carte Q et décrivez-la). Le gouvernement a quatre choix.

Si le gouvernement maintient son niveau d'effort actuel, dans un an, vos risques resteront tels qu'indiqués sur la carte Q (Résumez la carte Q au répondant). vous ne paierez rien sous forme de taxes supplémentaires.

Il peut diminuer les efforts consacrés à l'entretien du réseau routier, ce qui entraîne une détérioration du réseau routier mais permet d'épargner une partie de son budget. Dans un an, lorsque vous serez dans la même situation, vos risques seront ceux indiqués sur cette carte (Donnez la carte R au répondant et laissez-lui le temps de l'étudier). Vous recevrez 20 \$ par mois sous forme de diminution de taxes.

Si le gouvernement fait un peu plus d'efforts pour améliorer le réseau routier, cela réduira vos risques aux niveaux indiqués sur cette carte (Donnez la carte S au répondant et laissez-lui le temps de l'étudier), mais vous devrez déboursier 20 \$ par mois en taxes supplémentaires.

Si le gouvernement fait beaucoup plus d'efforts pour améliorer le réseau routier, cela réduira vos risques aux niveaux indiqués sur cette carte (Donnez la carte T au répondant et laissez-lui le temps de l'étudier) et vous paierez alors 35 \$ par mois en taxes supplémentaires.

- Q12 Oubliez les montants que vous m'avez déjà donnés et les choix que vous avez faits (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une question complètement nouvelle et que les montants que vous me donnerez ne s'additionneront pas à ceux vous m'avez donnés. Compte tenu de votre revenu et de celui des autres membres de votre foyer, de la façon dont vous dépensez votre argent et de l'ensemble des taxes que vous payez déjà, laquelle des quatre solutions possibles préférez-vous (demandez au répondant de vous remettre la carte)? Parmi les trois solutions restantes, laquelle préférez-vous? (demandez au répondant de vous remettre la carte et reposez la question jusqu'à épuisement des cartes)

- Carte Q
 - Carte R
 - Carte S
 - Carte T
- |_|
|_|
|_|
|_|
- Toutes pareilles
 - NSP
 - NRP
- = 7
= 8
= 9

Q13 Au total, combien de personnes compte votre foyer, vous y compris?

- Une
 - Deux
 - Trois
 - Quatre
 - Cinq
 - Six
 - Sept
 - Huit ou plus :
 - NSP
 - NRP
- 01
02
03
04
05
06
07
|_|_| 108
88
99

Q14 Y a-t-il des personnes dont vous avez la charge, mais qui n'habitent pas avec vous?

- Oui
 - Non
 - NSP
 - NRP
- 1 --> combien? |_|_|
2
8
9

Q15 Dans la suite du questionnaire, je vous poserai des questions qui concernent aussi les autres membres de votre foyer et les personnes dont vous avez la charge. Ces questions portent principalement sur le transport et la santé. Pour que je puisse recueillir plus facilement ces informations, veuillez me donner le prénom de chaque personne qui habite avec vous (et de chaque personne dont vous avez la charge, mais qui ne demeure pas avec vous). **(Inscrivez les prénoms sur la grille réponse).**

Pour le répondant et pour chacune des personnes habitant dans le foyer et pour tous les dépendants, posez les questions suivantes (indiquez les réponses sur la grille) :

Q15.1 **Demandez le sexe si le prénom ne permet pas de le déterminer avec certitude.**

- Q15.2 En quelle année êtes-vous né(e) ? En quelle année est né(e) ...? **Demandez pour les membres du foyer et les dépendants.**
- Q15.3 Quel est le lien qui vous unit à ... **demandez pour les membres du foyer et les dépendants?**
- Q15.4 Possédez-vous une voiture? Parmi les personnes qui habitent avec vous, lesquelles possèdent une voiture?
- Q15.5 Quel type d'assurance possédez-vous (possède-t-il / elle) pour votre (son) véhicule?
- Q15.6 Est-ce que ... est couvert(e) par une police d'assurance-vie? **Demandez pour chaque membre du foyer y compris le répondant.**
- Q15.7 Quel est le montant de la couverture en cas de décès? **Demandez pour chaque personne couverte par une(des) assurance(s).**
- Q16.1 Dans le cadre de vos activités régulières (travail, études, etc.), quel est votre principal mode de transport pendant...?

	l'été	l'hiver
• À pied	01	01
• Bicyclette	02	02
• Autobus seulement	03	03
• Métro seulement	04	04
• Métro + autobus	05	05
• Automobile	06	06
• Train	07	07
• Autre (précisez: _____ __ __)	08	08
• NSP	88	88
• NRP	99	99

- Q16.2 Pour ce qui concerne votre principal mode de transport pendant... Combien de kilomètres parcourez-vous en moyenne dans une journée, en comptant l'aller et le retour? Combien de temps cela prend-t-il?

l'été	l'hiver
_ _ _ km	_ _ _ km
_ _ h _ _ min	_ _ h _ _ min

Q17 Possédez-vous une bicyclette?

- | | |
|-------|--------------|
| • Oui | 1 |
| • Non | 2 --> PAQ 18 |
| • NSP | 8 --> PAQ 18 |
| • NRP | 9 --> PAQ 18 |

Q17.1 L'utilisez-vous... pendant la saison estivale?

- | | |
|-----------------------------|---|
| • chaque jour | 1 |
| • 1 à 6 fois par semaine | 2 |
| • 1 à 3 fois par mois | 3 |
| • moins d'une fois par mois | 4 |
| • jamais | 5 |
| • NSP | 8 |
| • NRP | 9 |

Q18 Possédez-vous un permis de conduire?

- | | |
|-------|---|
| • Oui | 1 |
| • Non | 2 |
| • NSP | 8 |
| • NRP | 9 |

Si le répondant ne possède pas de permis de conduire,
passez immédiatement à la question 20.

Q19 Combien de kilomètres avez-vous parcourus au cours des 12 derniers mois?

- | | |
|----------------------|--------------|
| • Aucun | 1 --> PAQ 20 |
| • Moins de 5 000 km | 1 |
| • 5 001 à 10 000 km | 2 |
| • 10 001 à 15 000 km | 3 |
| • 15 001 à 20 000 km | 4 |
| • 20 001 à 30 000 km | 5 |
| • 30 001 à 50 000 km | 6 |
| • Plus de 50 000 km | 7 |
| • NSP | 8 |
| • NRP | 9 |

Q19.1 Quand vous conduisez une voiture et que vous arrivez à une intersection avec un arrêt obligatoire (stop), mais où il n'y a pas de voiture en vue, vous arrêtez-vous ... ?

- toujours 1
- très souvent (9 fois / 10) 2
- souvent (7-8 fois / 10) 3
- quelquefois (3-6 fois sur 10) 4
- rarement (1-2 fois sur 10) 5
- jamais 6
- NSP 8
- NRP 9

Q19.2 Excédez-vous ... la limite de vitesse sur les autoroutes?

- toujours 1
- très souvent (9 fois / 10) 2
- souvent (7-8 fois / 10) 3
- quelquefois (3-6 fois sur 10) 4
- rarement (1-2 fois sur 10) 5
- jamais 6 --> PAQ 19.4
- NSP 8 --> PAQ 19.4
- NRP 9 --> PAQ 19.4

Q19.3 Lorsque vous le faites, de combien l'excédez-vous en moyenne?

- |_|_| km/heure
- NSP = 88
- NRP = 99

Q19.4 En général, lorsque vous êtes au Québec, roulez-vous ... que les autres ?

- moins vite 1
- plus vite 2
- à peu près à la même vitesse 3
- NSP 8
- NRP 9

Q19.5 Empruntez-vous ... une route plus longue mais plus sécuritaire que l'itinéraire habituel ?

- toujours 1
- très souvent (9 fois / 10) 2
- souvent (7-8 fois / 10) 3
- quelquefois (3-6 fois sur 10) 4
- rarement (1-2 fois sur 10) 5
- jamais 6
- NSP 8
- NRP 9

Q19.6 Pensez-vous que l'état de vos pneus est...?

- excellent 1
- très bon 2
- bon 3
- passable 4
- mauvais 5
- ne s'applique pas 7
- NSP 8
- NRP 9

Q19.7 Lorsque vous conduisez un véhicule, attachez-vous ... votre ceinture de sécurité?

- toujours 1
- souvent 2
- rarement 3
- jamais 4
- NSP 8
- NRP 9

Q20 Lorsque vous êtes passager sur le siège avant d'un véhicule, attachez-vous ... votre ceinture de sécurité?

- toujours 1
- souvent 2
- rarement 3
- jamais 4
- NSP 8
- NRP 9

Q21 Lorsque vous prenez place sur le siège arrière d'un véhicule, attachez-vous ...votre ceinture de sécurité?

- toujours 1
- souvent 2
- rarement 3
- jamais 4
- Ne m'assois jamais à l'arrière 5
- NSP 8
- NRP 9

Q22 Quand vous êtes ... et que vous arrivez à une intersection où il n'y a pas de véhicule en vue, attendez-vous ... le feu vert avant de traverser?

	à pied	à bicyclette
• toujours	1	1
• très souvent (9 fois / 10)	2	2
• souvent (7-8 fois / 10)	3	3
• quelquefois (3-6 fois sur 10)	4	4
• rarement (1-2 fois sur 10)	5	5
• jamais	6	6
• NAP	7	7
• NSP	8	8
• NRP	9	9

Q23 Est-ce que vous ou un de vos proches a déjà eu un accident de la route?

• Oui	1
• Non	2 --> PAQ 24
• NSP	8 --> PAQ 24
• NRP	9 --> PAQ 24

Q23.1 SI PAS LE RÉPONDANT : Quel est le lien qui vous unit (unissait) à cette personne? si plusieurs accidents, ne considérez que le plus grave.

• Répondant	1
• Fils/fille du répondant	1
• Père/Mère du répondant	1
• Conjoint(e)	1
• Ex-conjoint(e)	1
• Enfant du conjoint	1
• Autre parent du répondant	1
• Ami(e)/allié(e)	1
• Chambreur(euse)	1
• Frère/soeur	1
• Autre précisez : _____ _ _	1
• NSP	1
• NRP	1

Q23.2 Quelles ont été les conséquences de cet accident? Si plusieurs accidents, ne considérez que le plus grave.

• Blessures très graves (décès, démembrement)	1
• Blessures graves (plus d'une journée d'hospitalisation)	2
• Blessures légères (une journée ou moins d'hospitalisation)	3
• Dommages matériels seulement	4
• NSP	8
• NRP	9

Q23.3 Cet accident a-t-il eu lieu au cours des 12 derniers mois?

- Oui 1
- Non 2
- NSP 8
- NRP 9 --> PAQ 24

Q23.4 Quels ont été les coûts liés aux ... qui n'ont pas été remboursés par l'assurance?

dommages matériels

autres dommages (médicaments, perte de salaire, chambre privée, etc.)

|_|_|_|_|_|_|_| \$

|_|_|_|_|_|_|_| \$

Q24 Comparativement aux autres personnes de votre âge, diriez-vous que votre santé est en général...?

- excellente 1
- très bonne 2
- bonne 3
- moyenne 4
- mauvaise 5
- NSP 8
- NRP 9

Q25 Jouez-vous ... à la loterie ?

- très souvent : 1 fois par semaine 1
- assez souvent : 2 - 3 fois par mois 2
- peu souvent : 1 fois ou moins par mois 3
- pas du tout 4 --> PAQ 26
- NSP 8 --> PAQ 26
- NRP 9 --> PAQ 26

Q25.1 À quelle loterie jouez-vous le plus souvent?

- Instantanée 01
- 6/49 02
- Select 42 03
- Mini 04
- Inter 05
- Provincial 06
- Banco 07
- Autres précisez : _____ |_|_| 08
- NSP 88
- NRP 99

Q25.2 Quel montant dépensez-vous par mois en billets de loterie?

|_| |_| |_| | \$

Q26 Êtes-vous ... de votre logement?

- propriétaire 1
- locataire 2
- NSP 8
- NRP 9

Q27 Détenez-vous une assurance incendie et/ou vol pour la maison (l'appartement)?

- Oui 1
- Non 2
- NSP 8
- NRP 9

Q28 Depuis combien de temps habitez-vous à la même adresse?

|_| |_|

- Mois 1
- Année 2
- NSP 8
- NRP 9

Q29 Depuis combien de temps habitez-vous dans le même quartier?

|_| |_|

- Mois 1
- Année 2
- NSP 8
- NRP 9

Q30 Laquelle des catégories suivantes correspond le mieux à votre niveau de scolarité?

- Primaire non-complété 1
- Primaire complété 2
- Secondaire non-complété 3
- Secondaire complété 4
- Collégial non-complété 5
- Collégial complété 6
- Universitaire non-complété 7
- Universitaire complété 8
- NSP 88
- NRP 99

Q31 Laquelle des situations suivantes correspond le mieux à la vôtre?

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| • Travailleur à temps plein | 1 |
| • Travailleur à temps partiel | 2 |
| • En chômage | 3 --> PAQ 34 |
| • à la maison | 4 --> PAQ 34 |
| • Assisté social | 5 --> PAQ 34 |
| • Retraité | 6 --> PAQ 34 |
| • étudiant | 7 --> PAQ 34 |
| • Autre (précisez) : _____ | 8 --> PAQ 34 |
| • NSP | 88 --> PAQ 34 |
| • NRP | 99 --> PAQ 34 |

Q32 Quel poste occupez-vous?

|_|_|

Q33 Dans quel genre de compagnie?

|_|_|

Q34 Étant donné votre situation, vos besoins et votre état de santé actuels, indiquez ce que vous considérez comme un revenu familial annuel brut...

- suffisant
- mauvais
- très mauvais
- bon
- très bon

Q35 Supposons qu'à la suite d'un accident de la route, vous ne pourrez plus travailler, par exemple parce que vous avez perdu l'usage de vos deux bras, et que vous devrez vivre des compensations qu'on vous versera. Ces compensations monétaires devraient vous permettre de jouir de la vie comme avant l'accident. Indiquez ce que vous considérez comme une compensation annuelle brute ...?

- suffisante
- mauvaise
- très mauvaise
- bonne
- très bonne

Même montant que question précédente

1
1
1
1
1

Il est important pour nous de savoir comment répondent les gens qui reçoivent différents revenus. Les trois prochaines questions portent sur ce sujet.

Q36 Quel est votre revenu familial annuel brut ?

|_|_|_|_|_|_|_| \$

Q37 Quel est votre revenu personnel annuel brut ?

|_|_|_|_|_|_|_| \$

Q38 Quel est votre avoir net, celui de votre ménage et de vos dépendants ? Ceci peut inclure votre maison (prix du marché), votre(vos) voiture(s) (prix actuel) et d'autres épargnes et placements en plus de vos revenus; vous devez déduire vos dettes.

Demandez les informations suivantes :

• Somme des revenus annuels bruts des membres du ménage et des dépendants	_ _ _ _ _ _ _
• Valeur actuelle des voitures	+ _ _ _ _ _ _ _
• Prix de marché de la maison	+ _ _ _ _ _ _ _
• Épargne et placements non-risqués (dépôts en banque, obligations du gouvernement, RÉER, etc.)	+ _ _ _ _ _ _ _
• Investissements risqués (actions, options)	+ _ _ _ _ _ _ _
SOUS-TOTAL	= _ _ _ _ _ _ _
MOINS	
• Dettes	- _ _ _ _ _ _ _
Total	= _ _ _ _ _ _ _

Terminez et remerciez.

A Le répondant était-il ... coopératif?

très	1
assez	2
peu	3
pas du tout	4

B Le répondant a-t-il ... les questions...?

	en général	sur les \$
bien compris	1	à payer 1
pas bien compris	2	2

C Le répondant a-t-il répondu ... aux questions...?

	en général	sur les \$
facilement	1	à payer 1
difficilement	2	2

D Le répondant était-il ...?

très intéressé	1
assez intéressé	2
peu intéressé	3
pas du tout intéressé	4

E Commentaires généraux

F Commentaires sur les questions relatives aux montants à payer (0 \$)

7.1 _____

7.2 _____

7.3 _____

8.1 _____

8.2 _____

9.1 _____

9.2 _____

10.1 _____

10.2 _____

11 _____

12 _____

PREMIÈRE SITUATION

- A. Il fait nuit.
- B. Vous êtes à l'intérieur d'un véhicule.
- C. Vous approchez d'une intersection dangereuse, mal signalée et mal éclairée.
- D. La route devient mauvaise à l'approche de l'intersection.
- E. Un véhicule apparaît soudainement et se dirige vers vous à vive allure.
- F. S'il y a accident, vous risquez de perdre la vie.

DEUXIÈME SITUATION

- A. Il fait nuit.
- B. Vous êtes à l'intérieur d'un véhicule.
- C. Vous approchez d'une intersection dangereuse, mal signalée et mal éclairée.
- D. La route devient mauvaise à l'approche de l'intersection.
- E. Un véhicule apparaît soudainement et se dirige vers vous à vive allure.
- F. S'il y a accident, vous perdez 10 000 \$ (dommages matériels, perte de salaires, etc.) mais vous ne serez pas blessé.

POSSIBILITÉS DES RÉSULTATS D'ACCIDENT

1. Dommages matériels seulement (on peut perdre de l'argent).
2. Blessures légères (on passe au maximum une nuit à l'hôpital).
3. Blessures graves (on passe plus d'une nuit à l'hôpital).
4. Décès.

ÉCHELLE DES RISQUES

14	Cascadeur	2,000 sur 100,000
13	Fumeur*	300 sur 100,000
12	Parachutiste	200 sur 100,000
11	Constructeur de navires	99 sur 100,000
10	Constructeur en bâtiment	47 sur 100,000
09	Officier de police	22 sur 100,000
08	Diabète	15.1 sur 100,000
07	Accident à la maison	11 sur 100,000
06	Banquier / Ingénieur	6 sur 100,000
05	Agent d'assurance	4 sur 100,000
04	Incendie - maison	2.8 sur 100,000
03	Accident d'avion	0.8 sur 100,000
02	Empoisonnement	0.6 sur 100,000
01	Inondation	.05 sur 100,000

* au moins un paquet/jour

QUESTION 1.1

CANCER

QUESTION 1.1

MORTALITÉ INFANTILE
(à la suite d'une maladie)

QUESTION 1.1

MALADIES DU COEUR
(ex. attaques cardiaques)

QUESTION 1.1

**ACCIDENTS DE LA
ROUTE**

QUESTION 1.1

**ACCIDENTS DUS AUX
INCENDIES DE
RÉSIDENCES**

QUESTION 1.1

**POLLUTION DE
L'ENVIRONNEMENT**

QUESTION 1.2

CANCER

QUESTION 1.2

MALADIES DU COEUR
(ex. attaques cardiaques)

QUESTION 1.2

**ACCIDENTS DE LA
ROUTE**

QUESTION 1.2

**ACCIDENTS DUS AUX
INCENDIES DE
RÉSIDENCES**

QUESTION 1.2

SIDA

QUESTION 5

**LE COMPORTEMENT
DES CONDUCTEURS EN
GÉNÉRAL**

(habilité, respect des lois, alcool
au volant, etc..)

QUESTION 5

**LA NÉGLIGENCE DES
PIÉTONS OU
CYCLISTES**

QUESTION 5

**MAUVAISE
SIGNALISATION
ROUTIÈRE**

QUESTION 5

L'ÉTAT DES ROUTES

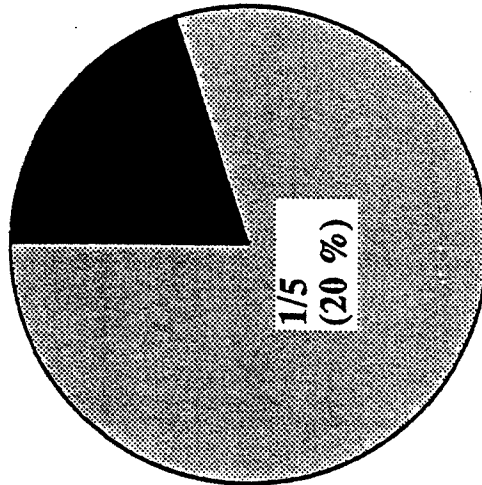
QUESTION 5

AUTRES CAUSES
(dites à l'interviewer)

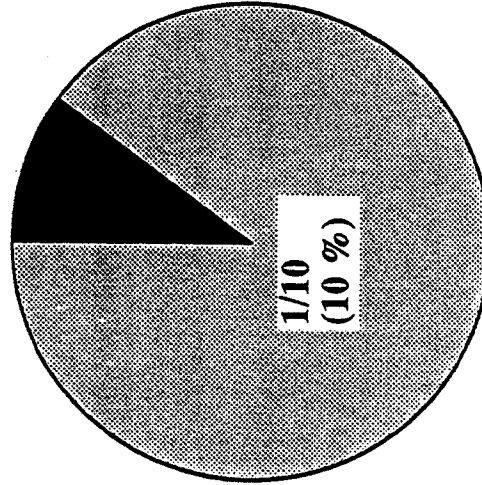
A

SEPTEMBRE 1991

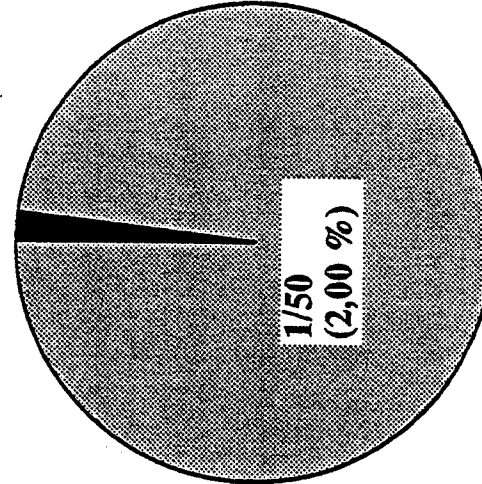
RISQUE D'ACCIDENT



RISQUE DE MORT
SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :
ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

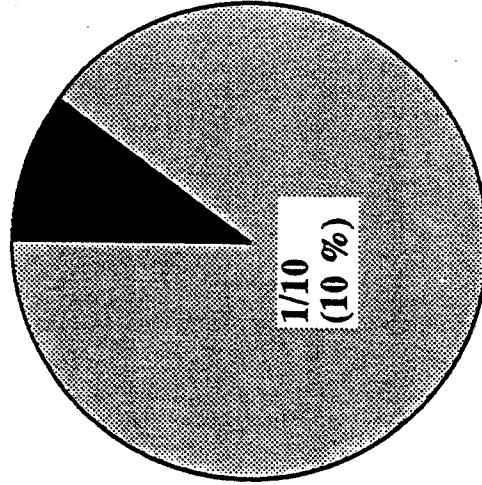
COMPORTEMENT, CONSTITUTION
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE
(HÉRÉDITÉ...)

RISQUE PERSONNEL

B

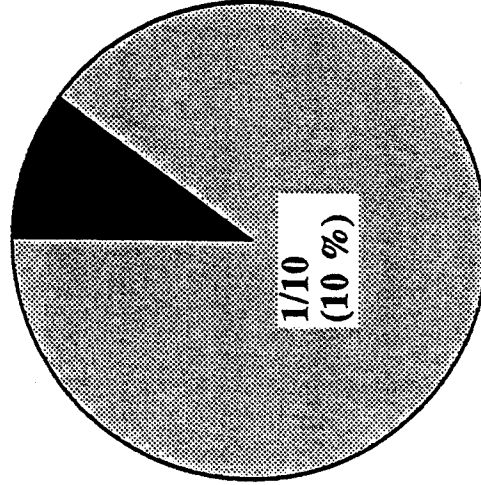
SEPTEMBRE 1992 : RÉSEAU AMÉLIORÉ

RISQUE D'ACCIDENT



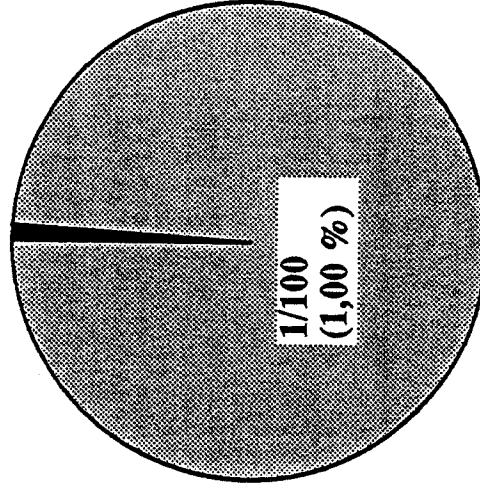
RISQUE DE MORT

SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

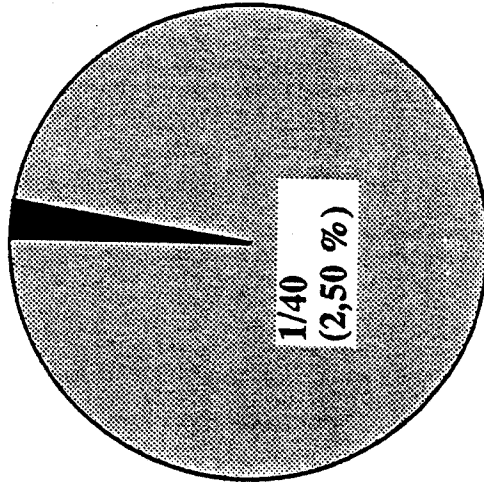
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE

(HÉRÉDITÉ...)

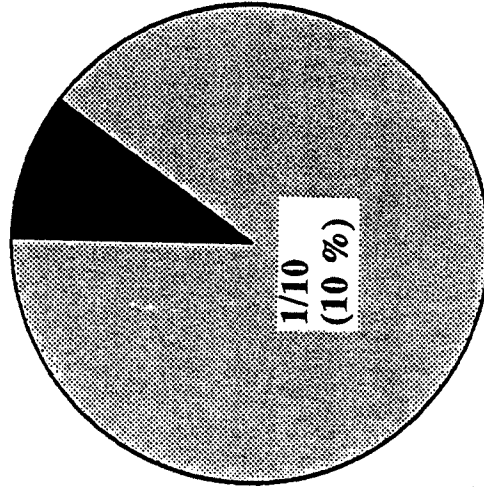
C

SEPTEMBRE 1993 : RÉSEAU AMÉLIORÉ ENCORE PLUS

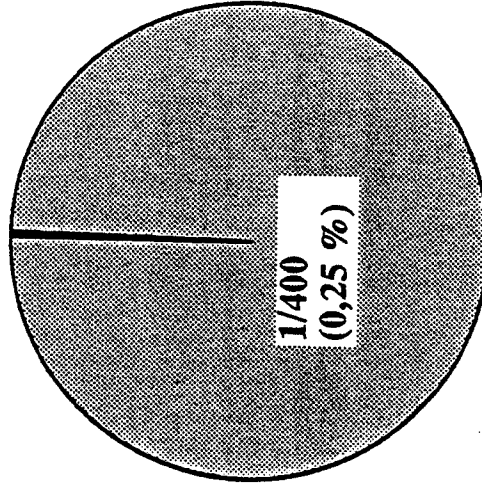
RISQUE D'ACCIDENT



RISQUE DE MORT
SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :
ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

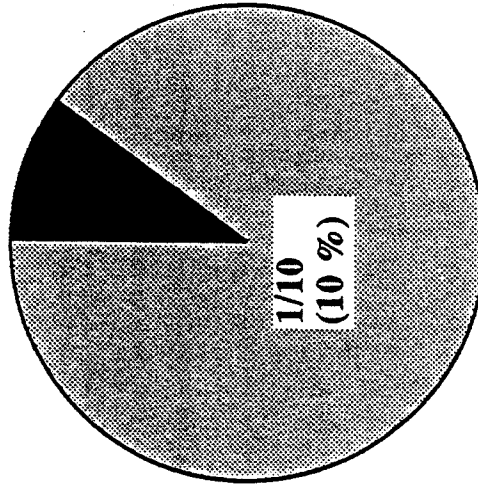
COMPORTEMENT, CONSTITUTION
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE
(HÉRÉDITÉ...)

RISQUE PERSONNEL

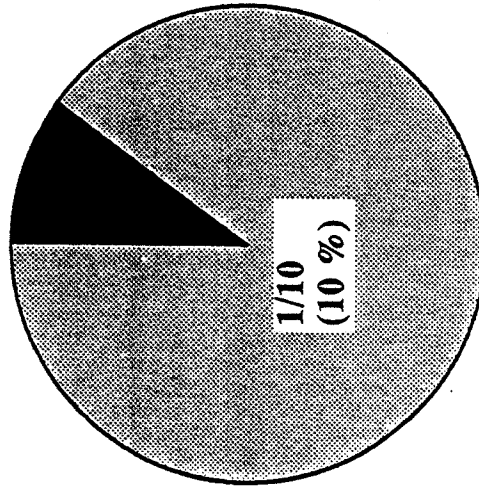
X

SEPTEMBRE 1991

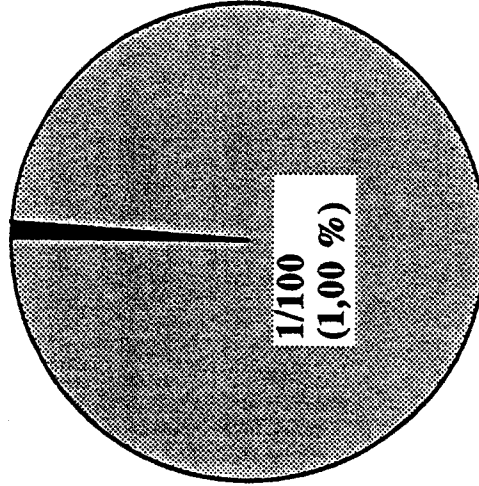
RISQUE D'ACCIDENT



RISQUE DE MORT
SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :
ACCIDENT ET MORT



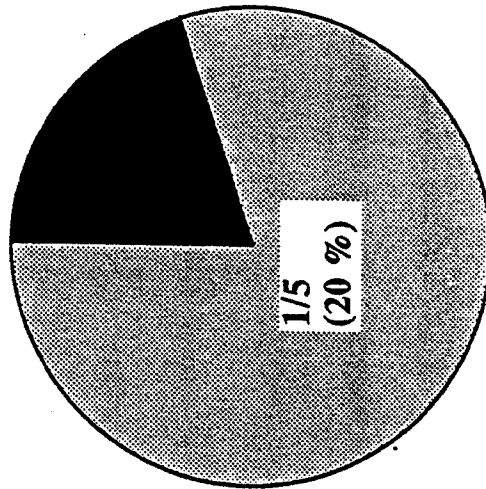
POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE
(HÉRÉDITÉ...)

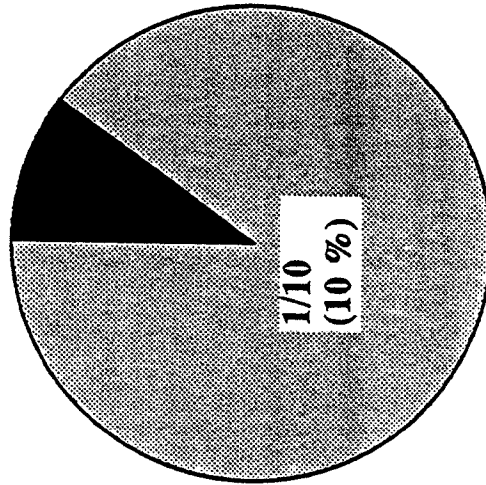
RISQUE PERSONNEL

Y SEPTEMBRE 1992 : LE RÉSEAU ROUTIER PEUT SE DÉGRADER

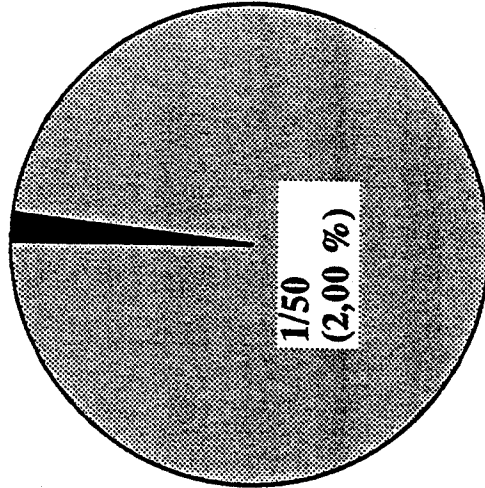
RISQUE D'ACCIDENT



RISQUE DE MORT
SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :
ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

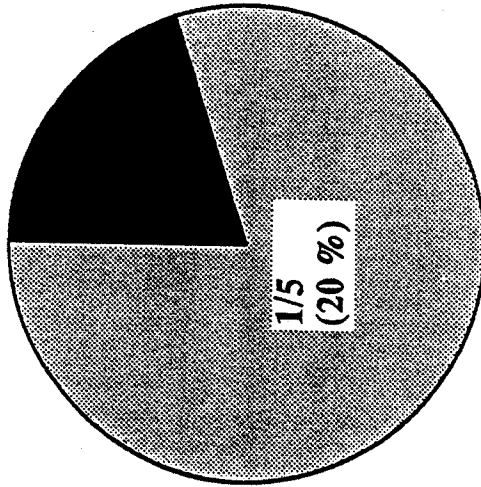
COMPORTEMENT, CONSTITUTION
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE
(HÉRÉDITÉ...)

RISQUE PERSONNEL

A'

SEPTEMBRE 1991

RISQUE D'ACCIDENT



POSSIBILITÉS

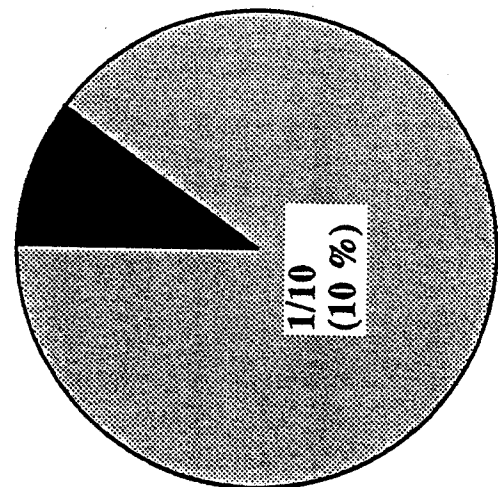
Vous risquez de
perdre

10 000 \$

B'

SEPTEMBRE 1992 : RÉSEAU AMÉLIORÉ

RISQUE D'ACCIDENT



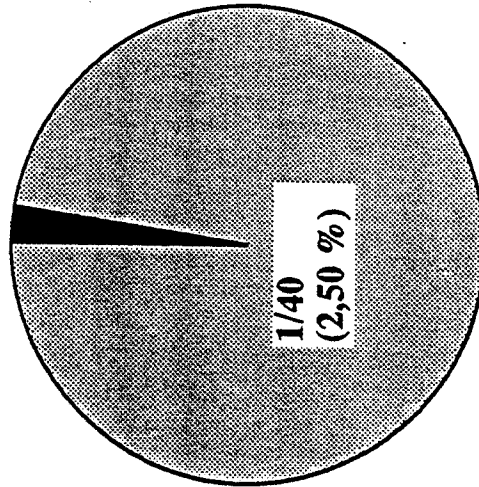
Vous risquez de perdre
10 000 \$

POSSIBILITÉS

C'

SEPTEMBRE 1993 : RÉSEAU AMÉLIORÉ ENCORE PLUS

RISQUE D'ACCIDENT



POSSIBILITÉS

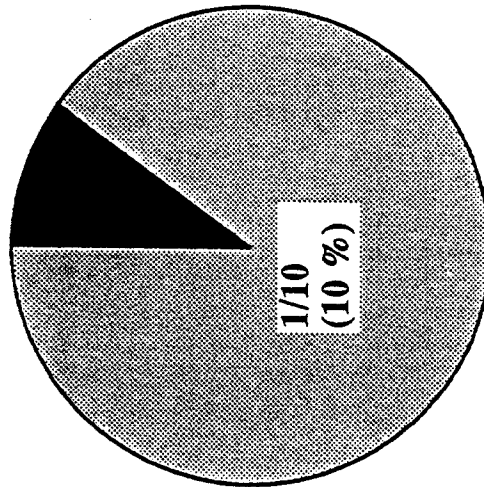
Vous risquez de
perdre

10 000 \$

X'

SEPTEMBRE 1991

RISQUE D'ACCIDENT



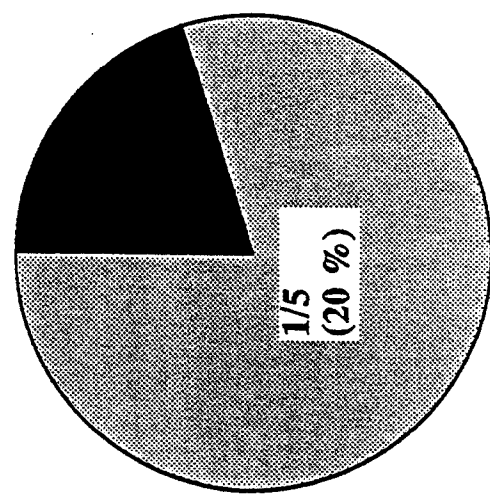
POSSIBILITÉS

Vous risquez de
perdre

10 000 \$

Y' SEPTEMBRE 1992 : LE RÉSEAU ROUTIER PEUT SE DÉGRADER

RISQUE D'ACCIDENT



POSSIBILITÉS

Vous risquez de perdre 10 000 \$

L'ÉTAT ACTUEL ET ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT MAINTIEN LES EFFORTS ACTUELS

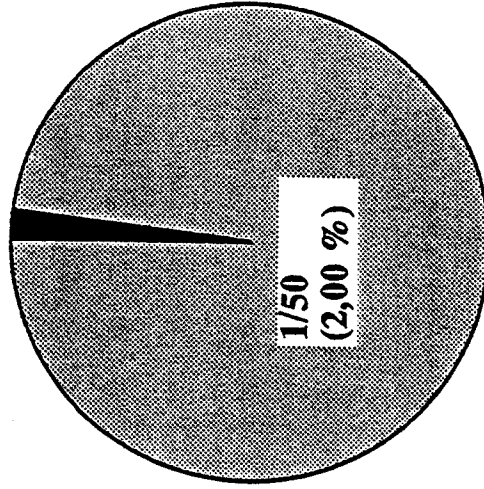
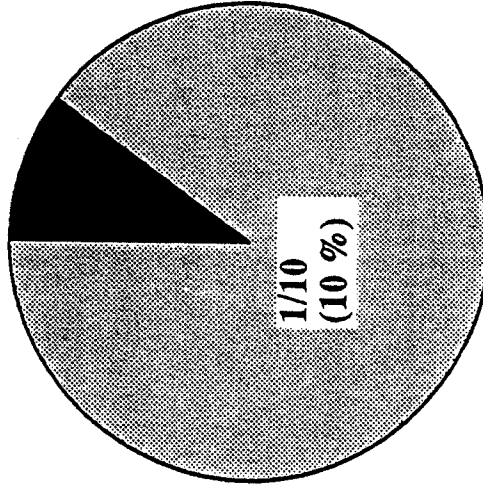
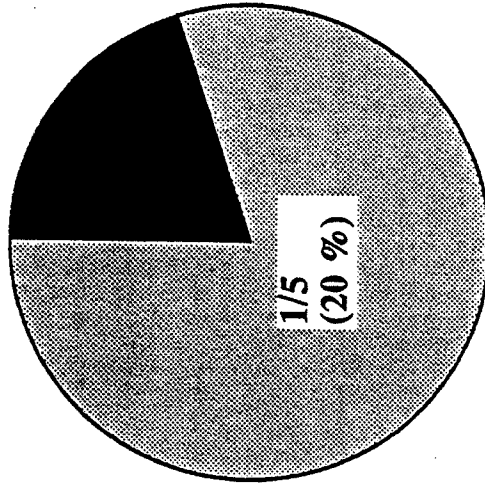
RISQUE D'ACCIDENT

RISQUE DE MORT

RISQUE COMBINÉ :

SI ON EST ACCIDENTÉ

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

PHYSIQUE ET RÉSISTANCE

(HÉRÉDITÉ...)

PAIEMENT REQUIS : 0.00 \$ PAR MOIS SOUS FORME DE TAXES ADDITIONNELLES

M
**ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT FAIT
 UN PEU D'EFFORTS POUR L'AMÉLIORER**

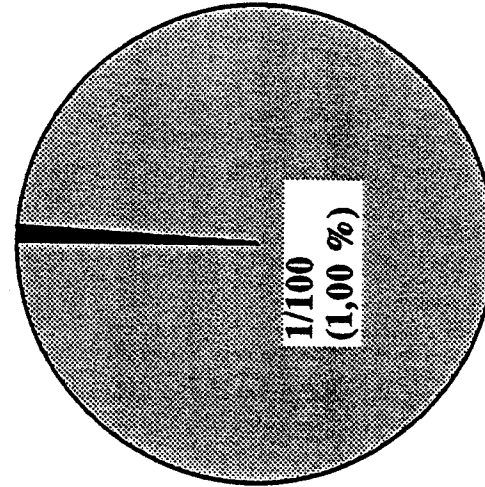
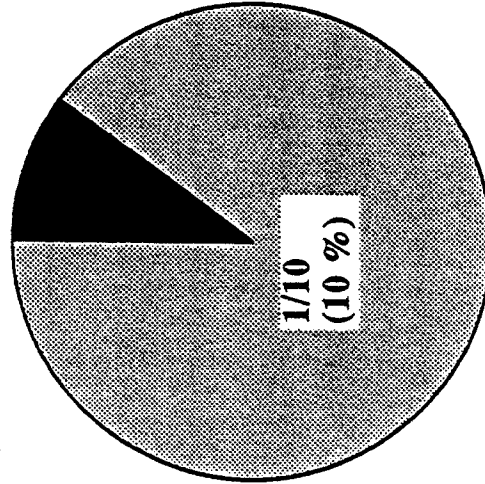
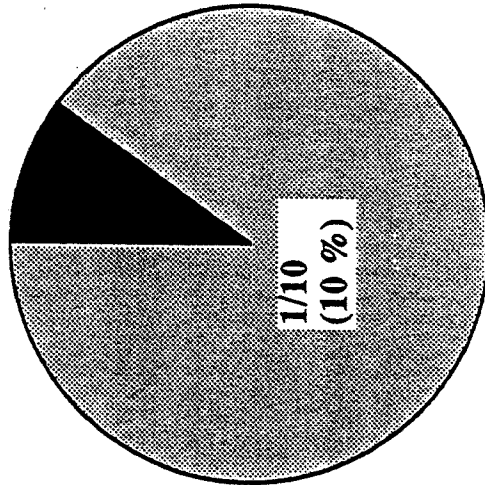
RISQUE D'ACCIDENT

RISQUE DE MORT

RISQUE COMBINÉ :

SI ON EST ACCIDENTÉ

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

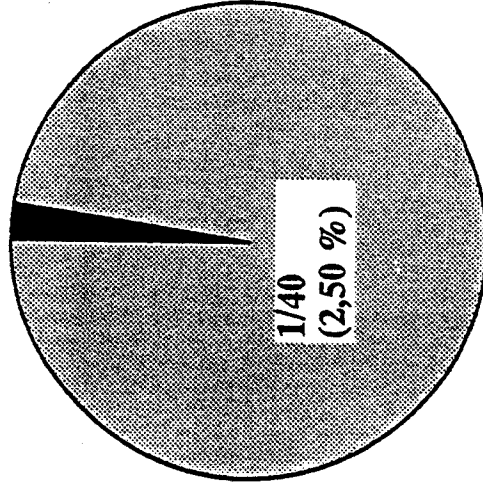
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE

(HÉRÉDITÉ...)

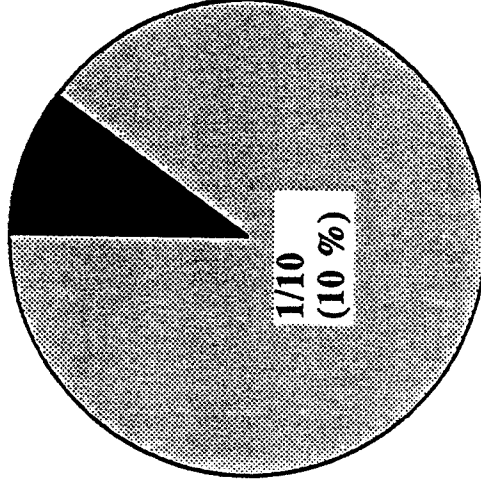
**PAIEMENT REQUIS : 4.00\$ PAR MOIS SOUS FORME DE TAXES
 ADDITIONNELLES**

O
**ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT FAIT
 UN PEU PLUS D'EFFORTS POUR L'AMÉLIORER**

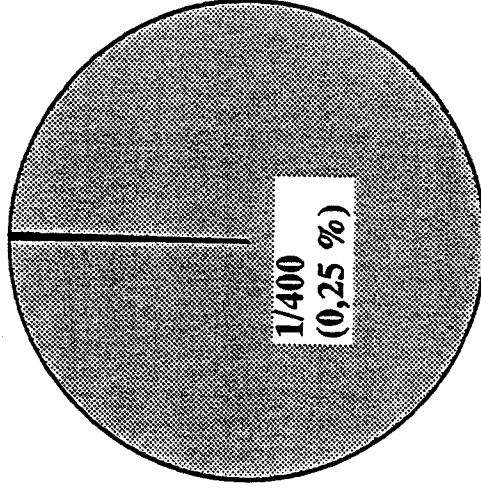
RISQUE D'ACCIDENT



**RISQUE DE MORT
 SI ON EST ACCIDENTÉ**



**RISQUE COMBINÉ :
 ACCIDENT ET MORT**



POSSIBILITÉS

**COMPORTEMENT, CONSTITUTION
 PHYSIQUE ET RÉSTANCE
 (HÉRÉDITÉ...)**

RISQUE PERSONNEL

**PAIEMENT REQUIS : 18.00 \$ PAR MOIS SOUS FORME DE TAXES
 ADDITIONNELLES**

P
**ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT FAIT
 BEAUCOUP D'EFFORTS POUR L'AMÉLIORER**

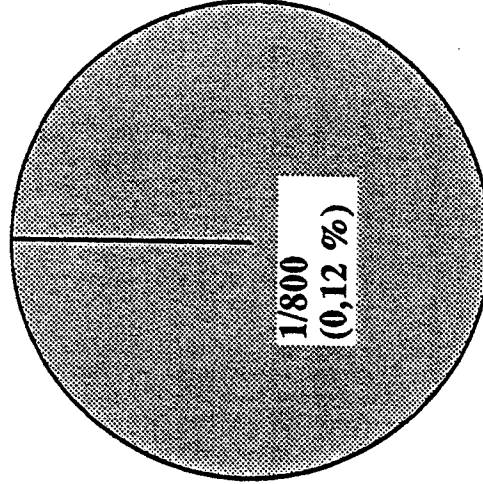
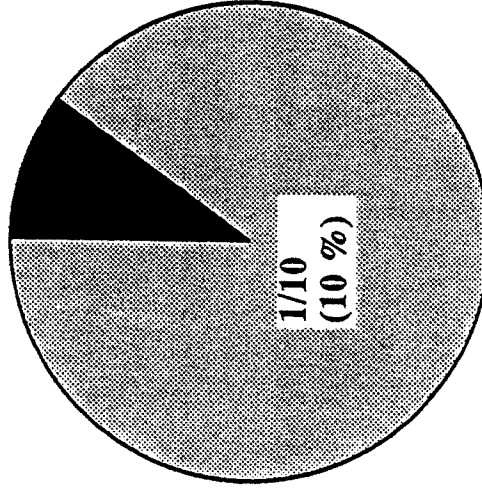
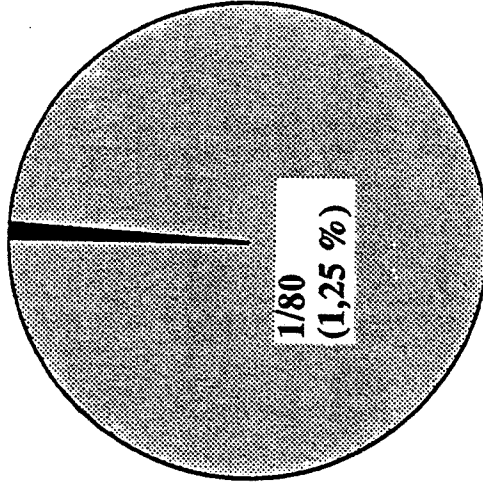
RISQUE D'ACCIDENT

RISQUE DE MORT

RISQUE COMBINÉ :

SI ON EST ACCIDENTÉ

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

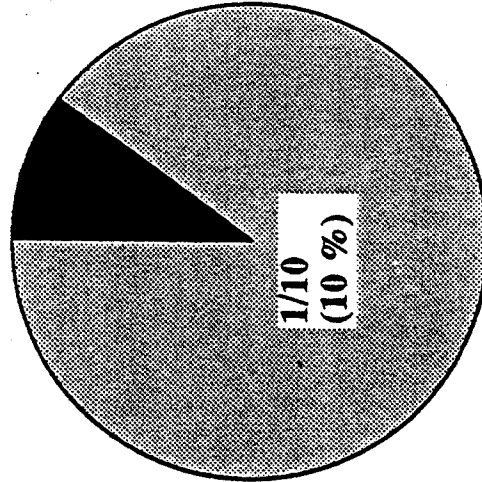
PHYSIQUE ET RÉSISTANCE

(HÉRÉDITÉ...)

**PAIEMENT REQUIS : 40.00 \$ PAR MOIS SOUS FORME DE TAXES
 ADDITIONNELLES**

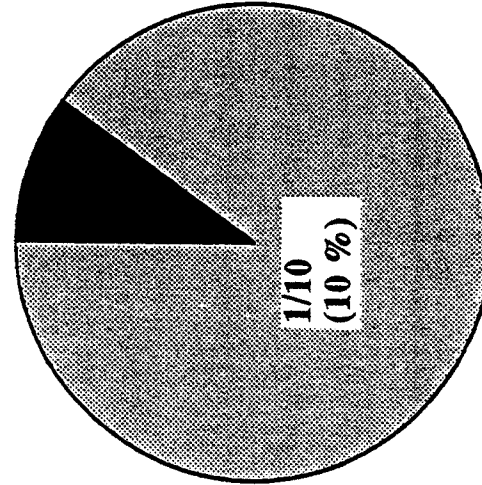
Q ÉTAT ACTUEL ET ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT MAINTIEN LES EFFORTS ACTUELS

RISQUE D'ACCIDENT



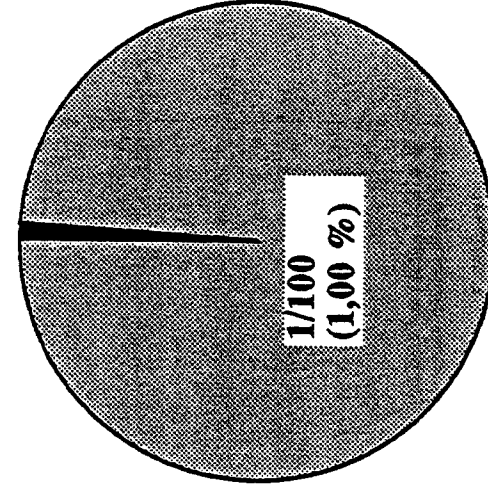
RISQUE DE MORT

SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

PHYSIQUE ET RÉSTANCE
(HÉRÉDITÉ...)

par

PAIEMENT REQUIS: 0.00 \$ MOIS SOUS FORME DE TAXES ADDITIONNELLES

R
ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT
DIMINUE LES EFFORTS POUR L'AMÉLIORER

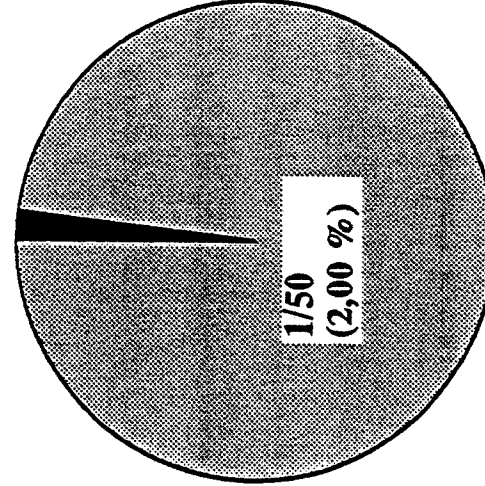
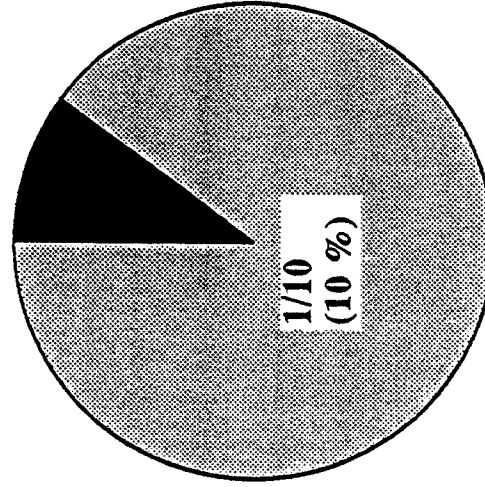
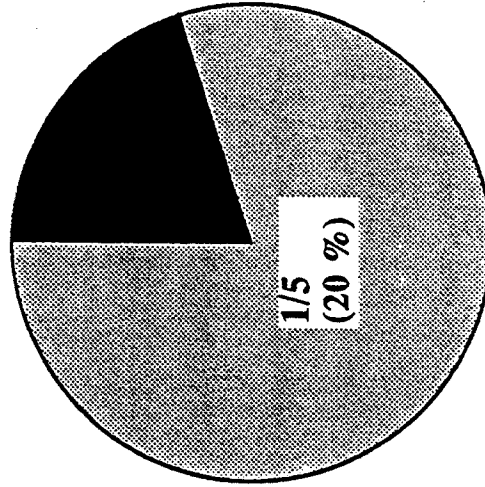
RISQUE D'ACCIDENT

RISQUE DE MORT

RISQUE COMBINÉ :

SI ON EST ACCIDENTÉ

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

PHYSIQUE ET RÉSISTANCE

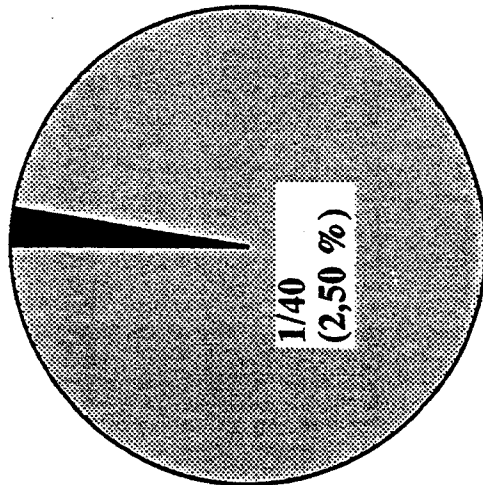
(HÉRÉDITÉ...)

SOMME REÇUE : 20.00 \$ PAR MOIS SOUS FORME DE
DIMINUTION DE TAXES

S

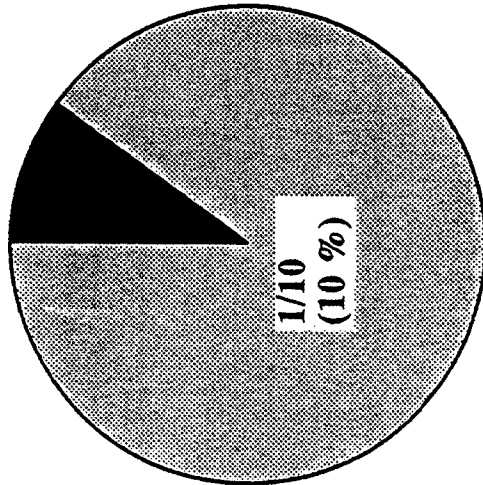
ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT FAIT UN PEU PLUS D'EFFORTS POUR L'AMÉLIORER

RISQUE D'ACCIDENT



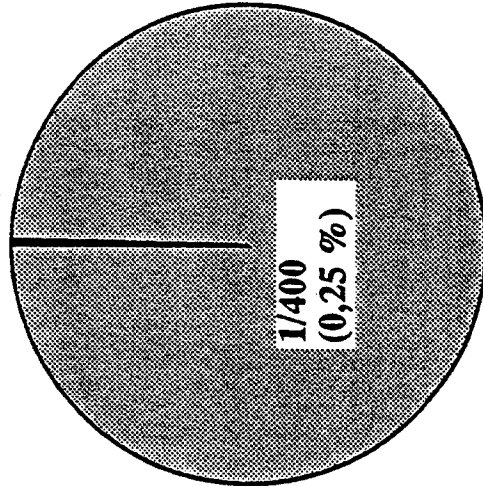
RISQUE DE MORT

SI ON EST ACCIDENTÉ



RISQUE COMBINÉ :

ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS

COMPORTEMENT, CONSTITUTION

RISQUE PERSONNEL

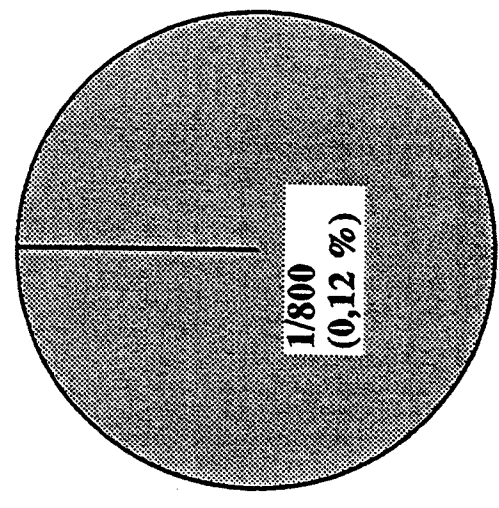
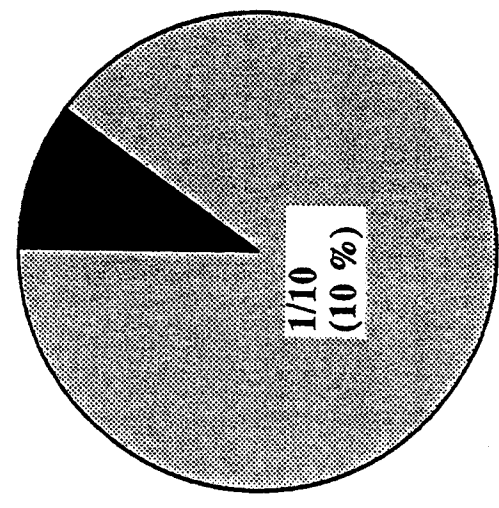
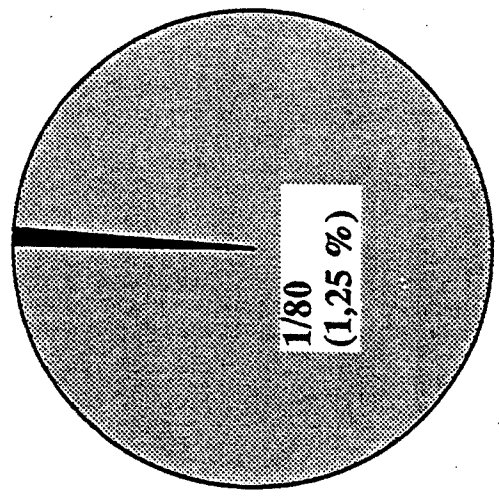
PHYSIQUE ET RÉSTANCE

(HÉRÉDITÉ...)

PAIEMENT REQUIS : 20.00 \$ PAR MOIS SOUS FORME DE TAXES
ADDITIONNELLES

T
**ÉTAT DU RÉSEAU ROUTIER EN 1992 SI LE GOUVERNEMENT FAIT
 BEAUCOUP PLUS D'EFFORTS POUR L'AMÉLIORER**

RISQUE D'ACCIDENT **RISQUE DE MORT** **RISQUE COMBINÉ :**
 SI ON EST ACCIDENTÉ ACCIDENT ET MORT



POSSIBILITÉS **COMPORTEMENT, CONSTITUTION** **RISQUE PERSONNEL**
 PHYSIQUE ET RÉSISTANCE
 (HÉRÉDITÉ...)

**PAIEMENT REQUIS : 35.00 \$ PAR MOIS SOUS FORME DE TAXES
 ADDITIONNELLES**

ÉTUDE N° 4

**TESTS SUR LES FONCTIONS D'UTILITÉ
DANS UN CONTEXTE DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE**

TESTS SUR LES FONCTIONS D'UTILITÉ

DANS UN CONTEXTE DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

INTRODUCTION

Depuis Arrow (1974), plusieurs économistes se sont penchés sur la question du montant optimal d'assurance. En effet, celui-ci est obtenu par suite de l'égalisation des utilités marginales entre les états de la nature. Si les fonctions d'utilité sont indépendantes des états de la nature réalisés, alors l'assurance complète est optimale. Dans les cas où les fonctions d'utilité marginale sont altérées par les différents états possibles, la solution précédente n'est plus optimale; on obtient ainsi deux cas possibles: premièrement si le "mauvais" état fait baisser l'utilité marginale pour chaque niveau de revenu, alors une assurance moins que complète sera optimale; deuxièmement, si ce "mauvais" état fait croître l'utilité marginale, alors l'optimalité est obtenue par une assurance plus que complète.

Ainsi donc si on s'intéresse à la classe des états possibles pouvant influencer les utilités marginales, la mesure de la direction (accroissement ou baisse) de cette influence devient centrale pour la recherche de l'optimalité des décisions d'assurance.

Afin de mesurer l'ampleur relative des utilités marginales dans les différents états de la nature, nous commencerons notre analyse par un modèle simple où seulement deux états de la nature prévalent; "accident" et "non accident".

1. LE MODÈLE SIMPLE

Dans ce modèle nous allons prendre en considération les valeurs des probabilités d'accident (premier cercle de l'annexe de la partie sur le questionnaire), et faire donc abstraction des probabilités conditionnelles (deuxième cercle de cette même annexe). En conséquence, nous disposerons de deux fonctions d'utilité, l'une en cas d'accident (V), et l'autre en cas de non accident (U).

1.1.1 Modèle théorique

Supposons un individu représentant de la société qui est confronté au choix suivant: première situation: il fait face à une probabilité d'accident P_1 : il conserve son revenu "y" au cas où il n'a pas d'accident, et détient un revenu inférieur à "y" en cas d'accident. La deuxième situation se présente ainsi: il est prêt à payer un certain montant pour passer de P_1 à P_2 , avec P_2 inférieur à P_1 : son revenu dans les deux états possibles de la nature est réduit de ce montant car le paiement se fait *ex-ante*. A l'équilibre, pour un montant maximum "d" qu'il serait prêt à payer, il serait indifférent entre les deux situations. Formellement ceci se traduit ainsi:

$$(4.1) \quad (1 - P_1) U(y) + P_1 V(y-d) = (1 - P_2) U(y-d) + P_2 V(y-d)$$

où V et U représentent respectivement les fonctions d'utilité en cas d'accident et de non accident; r , représente le taux de compensation offert par les assureurs (la "SAAQ": Société de l'assurance automobile du Québec, dans notre cas); il est inférieur à un. Le côté gauche représente la première situation décrite ci-dessus, tandis que le côté droit en représente la deuxième. Si on opère des expansions de Taylor de premier ordre autour de y sur les termes des fonctions d'utilité, on obtient:

$$(4.2) \quad \begin{aligned} V(y-r) + (y-r) V'(y) &= V(y) + (y-d) V'(y) \\ U(y-d) - d U'(y) &= U(y) - d U'(y) \\ V(y-r) + (y-r) V'(y) &= V(y) + (y-d) V'(y) \end{aligned}$$

En remplaçant les valeurs des fonctions ci-dessus dans l'équation (4.1), on aura:

$$(4.3) \quad (1 - P_1) U(y) + P_1 [V(y) + (y-r) V'(y)] = (1 - P_2) [U(y) - d U'(y)] + P_2 [V(y) + (y-r) V'(y) - d V'(y)]$$

Les variables de cette équation sont connues, mais les paramètres des fonctions d'utilité ne le sont pas: ce sont eux qu'on va tenter d'estimer.

Posons:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= U(y) - V(y) \\ \beta_2 &= U'(y) \\ \beta_3 &= V'(y)\end{aligned}\tag{4.4}$$

Puisque la variable dépendante est représentée par la disposition à payer "d", nous résolvons l'équation (4.3) pour "d" afin d'obtenir:

$$d = \frac{(P_2 - P_1) [\beta_1 - (y_2 - y_1) \beta_3]}{P_2 [\beta_2 - \beta_1] - \beta_2}\tag{4.5}$$

1.1.2 Estimation économétrique

En rajoutant un terme d'erreur ε , et un indice "i" pour le $i^{\text{ème}}$ individu, l'équation (4.5) à estimer a l'allure suivante:

$$d_i = \frac{(P_{2i} - P_{1i}) [\beta_1 - (y_{2i} - y_{1i}) \beta_3]}{P_{2i} [\beta_2 - \beta_1] - \beta_2} + \varepsilon_i\tag{4.6}$$

où ε_i est un terme *i.i.d.* Cette équation étant non linéaire, elle sera estimée en utilisant la méthode des moindres carrés non linéaires. Étant donné la structure de l'équation (4.6) il nous est possible d'estimer seulement deux des trois paramètres. Ainsi, si nous posons:

$$\beta_2 = U'(y) = 1,\tag{4.7}$$

nous conservons les mêmes conclusions relatives si on compare les paramètres estimés β_1 et β_3 à un. Le premier test à effectuer est celui qui indique si le bien-être ressenti par notre individu "moyen" est supérieur en cas de bonne santé (état de

"non accident") comparativement à celui d'un état de mauvaise santé (accident); ceci se traduit par le test:

$$\beta_1 = U(y) - V(y) > 0 \quad (4.8)$$

On s'attend à ce que β_1 soit positif et significativement différent de zéro, car pour un même niveau de richesse (ou de revenu), on éprouve toujours plus de satisfaction si on n'a pas subi d'accident que si on est accidenté. Ce test équivaut à un test de dépendance (ou non) des fonctions d'utilité par rapport aux états de la nature.

Le deuxième test à effectuer est celui de savoir si l'événement "accident" réduit ou augmente l'utilité marginale; ceci se résume à savoir si:

$$\beta_3 \geq (\text{ou } <) \beta_2 \quad (4.9)$$

ou, de façon équivalente:

$$\beta_3 \geq (\text{ou } <) 1 \quad (4.10)$$

Alors que pour le premier test il y a un consensus quant au signe que prendrait β_1 , ce n'est nullement le cas pour le deuxième: les partisans de l'approche de la perte monétaire équivalente plaident pour un β_3 supérieur à β_2 (ou un), tandis que ceux de l'approche des états de santé sont favorables à un β_3 inférieur à β_2 (ou un).

Le tableau I retrace les résultats des estimés de β_1 et β_3 selon différents scénarios constitués à partir de combinaisons de jeux de cartes (voir tableau III de l'étude n°3) et du taux de compensation "r". Nous avons supposé deux scénarios de taux de compensation: dans l'un d'eux on suppose que notre individu pourrait subir un accident non mortel, et dans ce cas la SAAQ le compenserait à 90% de son revenu, et dans l'autre, il pourrait décéder à la suite de l'accident, auquel cas la SAAQ le compensera d'un taux "r" calculé en fonction de son revenu, de son âge et de sa situation familiale.

Tableau I: le modèle simple:
estimation non linéaire des expansions de Taylor de premier ordre

Description	N	R ²	U-V (β_1)	V' (β_3)
r=90% Ensemble des jeux	163	0.10	976 (8) ^(a) [735-1218] ^(b)	0.055 (5) [0.033-0.076]
r=90% Jeu=2 et jeu=3	130	0.40	961 (6.5) [669-1254]	0.15 (9) [0.12-0.18]
r=SAAG Ensemble des jeux	148	0.18	488 (2.7) [132-844]	0.044 (6) [0.03-0.058]

(a): représente les "t" asymptotiques

(b): représente l'intervalle de confiance asymptotique à 95%

L'autre type de scénario a trait aux jeux: dans un cas nous prenons les jeux numérotés deux et trois, et dans l'autre nous considérons l'ensemble des jeux. Ainsi, pour les trois scénarios (lignes 1 à 3) nous obtenons les mêmes résultats qualitatifs. Le paramètre β_1 (ou U-V) est positif et significativement différent de zéro; le résultat explique que notre individu moyen ressent plus de bien-être s'il est non accidenté que s'il a subi un accident ($U(y) > V(y)$). Ceci nous amène à affirmer, qu'en matière de sécurité routière il faudrait tenir compte de la dépendance des fonctions d'utilité par rapport aux états possibles d'accidents (routiers). Quant à la grandeur de ce paramètre, elle ne peut nous renseigner sur l'ampleur du différentiel d'utilité entre les deux états puisque les fonctions d'utilité Von Neumann-Morgenstern sont définies jusqu'à une transformation positive linéaire près. Il faudra donc observer seulement le signe de β_1 et son niveau de signification. Le paramètre β_3 (ou V') est inférieur à un, positif et significativement différent de zéro, à un niveau très exigeant (t=9) pour le deuxième scénario (ligne 2). Le signe positif de β_3 vient renforcer la théorie économique qui veut que l'utilité marginale est positive. Le test statistique pertinent n'est cependant pas de tester si β_3 est significativement différent de zéro

mais plutôt s'il est significativement inférieur à 1 (la valeur attribuée à U). A la lecture des intervalles de confiance à 95%, on peut voir que β_3 est significativement inférieur à 1 dans les trois scénarios du tableau I. Selon l'approche de la perte monétaire, un accident équivaut à une perte monétaire, gonflant ainsi l'utilité marginale (décroissante) en cas d'accident; il en résulterait donc une utilité marginale en cas d'accident supérieure à celle en cas de non accident (ou $\beta_3 > \beta_2=1$). Le résultat trouvé ($\beta_3 < \beta_2$) indique alors que cette approche ne s'applique pas à la classe des accidents routiers.

Bien que les scénarios des jeux (1 versus 2 et 3) soient très différents (dans les valeurs des probabilités d'accident), nous avons observé que les DAP ne l'étaient pas beaucoup. C'est pour cette raison que nous avons d'un côté, un échantillon comprenant tous les jeux -et par là même renfermant plus de variabilité- et d'un autre côté, un échantillon comprenant les jeux 2 et 3, où la variabilité est plus réduite. Conséquemment, le R^2 du scénario aux deux jeux (2 et 3) égal à 0.40 est plus élevé que les R^2 des scénarios aux trois jeux, qui sont égaux à 0.10 et 0.18. Enfin, le nombre d'observation est différent dans chaque scénario car il dépend du nombre de jeux qui y sont inclus, et des variables socio-économiques (âges, situation familiale et revenu) nécessaires au calcul du taux de compensation "r" de la SAAQ. Ces variables étant absentes pour certaines observations, celles-ci ont été retirées de l'échantillon.

En conclusion de la section (1.1), on peut dire que si on opère des expansions de Taylor du premier ordre des fonctions d'utilité (donc des fonctions d'utilité linéaires), on obtient des résultats intuitifs généraux, tel que $U(y)-V(y)>0$, et des résultats plus spécifiques aux accidents routiers ($V'(y)<U'(y)$) mais qu'on pourrait intuitivement généraliser à la classe des événements pouvant affecter négativement l'état de santé des êtres humains. Tel que décrit dans cette partie, ce dernier résultat nous dicte une assurance optimale moins que complète pour la classe des événements risqués qui affectent l'état de santé des individus.

1.2 Expansions de Taylor de second ordre

1.2.1 Le modèle théorique

On pourrait à ce stade compliquer le modèle précédent en introduisant la non-linéarité dans les fonctions d'utilité. Pour ce faire, nous opérerons des expansions de Taylor de second ordre autour de y sur l'équation (4.1). Ainsi, les fonctions d'utilité seront approximées par leurs valeurs autour de y et par leurs dérivées première et seconde, de la façon suivante:

$$\begin{aligned} V(yr) &= V(y) + (yr-y) V'(y) + \frac{1}{2} (yr-y)^2 V''(y) \\ U(y-d) &= U(y) - d U'(y) + \frac{1}{2} (-d)^2 U''(y) \\ V(yr-d) &= V(y) + (yr-y-d) V'(y) + \frac{1}{2} (yr-y-d)^2 V''(y) \end{aligned} \quad (4.11)$$

On remarque que les deux dernières expressions ci-dessus ont généré des expressions quadratiques en d . Nous aurons alors à résoudre une équation du second degré de la forme:

$$Ad^2 + Bd + C = 0$$

En remplaçant les termes de l'équation (4.11) dans l'équation (4.1) et après avoir fait plusieurs manipulations algébriques nous obtenons l'équation du second degré suivante:

$$\begin{aligned} 0.5[(1-P_2) U'' + P_2 V''] d^2 - [(1-P_2) U' + P_2 V' + \alpha P_2 V''] d \\ + (P_1 - P_2) [(U-V) - \alpha V' - 0.5\alpha^2 V''] = 0 \end{aligned} \quad (4.12)$$

où l'argument de U , V , U' et V' est y , et $\alpha = yr - y$.

La résolution de l'équation ci-dessus s'obtient ainsi:

$$d = \frac{[-B \pm \sqrt{\Delta}] }{2A} \quad (4.13)$$

avec

$$\Delta = B^2 - 4AC$$

Les tentatives d'estimation que nous avons fait nous ont amené à ne retenir que la racine:

$$d = \frac{[-B - \sqrt{\Delta}]}{2A} \quad (4.14)$$

L'autre racine n'aboutissant pas car elle résultait souvent en un Δ négatif, lors des itérations.

1.2.2 Résultats empiriques

La variable d représentant la variable dépendante (disposition à payer des individus de notre échantillon), nous allons donc estimer l'équation (4.14) en utilisant la méthode des moindres carrés non linéaires. Le tableau II illustre les résultats trouvés en utilisant les expansions de Taylor de second ordre.

Tableau II: Le modèle simple avec expansions de Taylor de second ordre.

Description	N	R ²	U-V	V'	U''	V''
R=SAAQ	148	0.18	420	0.05	-4.5	-1.3
Ensemble des jeux			(6.4)	(11)	E-11 (-8)	E-10 (-8)

Les expansions de second ordre nous permettent d'introduire les termes du second ordre des fonctions d'utilité, et de permettre ainsi une possible non linéarité de ces fonctions, représentée par les dérivées des utilités marginales (U'' et V'' dans le tableau).

À la lecture des tableaux I et II on remarque que les valeurs des paramètres estimés β_1 et β_3 sont sensiblement les mêmes pour le même échantillon. Néanmoins les valeurs des t asymptotiques correspondant à ces mêmes paramètres sont plus élevées dans le modèle avec fonctions d'utilité non linéaires (tableau II) que dans le premier modèle; ceci porte à croire que la spécification du deuxième modèle est mieux adaptée au type de problème qu'on étudie que celle du premier. Les paramètres reflétant la non linéarité des fonctions d'utilité, U'' et V'' , sont très proches du zéro mais significativement différents de cette valeur. La faiblesse des valeurs de U'' et V'' indiquerait une non linéarité pas très prononcée. Elle pourrait être expliquée par les faibles valeurs des DAP, ou bien que ces dernières tirent plus leur pouvoir d'explication de $U-V$ et de V' que des termes de second ordre (U'' et V'').

2. LE MODÈLE AVEC PROBABILITÉ CONDITIONNELLE

Jusqu'à présent nous avons utilisé des spécifications de modèles faisant appel aux probabilités d'accident (premier cercle des cartes de l'annexe de la partie 3); dans cette section nous introduisons en plus les probabilités de mourir si on subit un accident (deuxième cercle des cartes de cette même annexe) notées p_c pour probabilité conditionnelle.

2.1 Modèle avec expansions de Taylor de premier ordre

Suite à l'introduction d'une probabilité conditionnelle, nous serons confrontés à trois fonctions d'utilité au lieu de deux comme dans le modèle précédent: une fonction d'utilité en cas de non accident notée $U(y)$, une fonction d'utilité en cas d'accident non mortel notée $W(y)$, et une autre en cas d'accident mortel notée $M(y)$.

2.1.1 Modèle théorique

Notre individu représentatif fait face à deux situations: la première est celle où il conserve ses niveaux de risques actuels, à savoir sa probabilité d'accident P_1 , et sa probabilité de mourir s'il subit un accident p_c . La deuxième situation serait celle où il serait favorable à une réduction de sa probabilité d'accident de P_1 à P_2 ($P_2 < P_1$) possible grâce à un financement de sa part d'un montant maximal d qu'il voudrait bien payer. À l'équilibre, il serait indifférent entre les deux situations. Ainsi, la première situation sera représentée par le côté gauche de l'équation ci-dessous, alors que la deuxième situation sera représentée par le côté droit de cette même équation:

$$\begin{aligned} (1-P_1) U(y) + P_1[(1-P_c) W(yr) + P_c M(yf)] = \\ (1-P_2) U(y-d) + P_2[(1-P_c) W(yr-d) + P_c M(yf-d)] \end{aligned} \quad (4.15)$$

où r représente le taux de compensation offert en cas d'accident non mortel et f représente celui en cas de décès. En opérant les expansions de Taylor de premier ordre autour de y on obtient:

$$\begin{aligned} U(y-d) &= U(y) - dU'(y) \\ W(yr) &= W(y) + (yr-y) W'(y) \\ W(yr-d) &= W(y) + (yr-y) W'(y) - dW'(y) \\ M(yf) &= M(y) + (yf-y) M'(y) \\ M(yf-d) &= M(y) + (yf-y) M'(y) - dM'(y) \end{aligned} \quad (4.16)$$

En remplaçant les expressions de l'ensemble d'équations (4.16) dans (4.15) et en résolvant pour d , on obtient, après plusieurs manipulations:

$$d = \frac{(P_2 - P_1) [(U - M) - (1 - P_c)(W - M) - (1 - P_c)RW' - P_cFM']}{P_2[U' - P_cM' - (1 - P_c)W'] - U'} \quad (4.17)$$

où:

$R = yr - y$

$F = yf - y$

2.1.2 Résultats empiriques

Les paramètres à estimer de l'équation (4.17) sont ceux relatifs aux fonctions d'utilité et à leurs dérivées. Cette équation prendrait la forme:

$$d = \frac{(P_2 - P_1)\beta_1 - (1 - P_2)\beta_5 - (1 - P_2)R\beta_4 - P_2F\beta_3}{P_2[\beta_2 - P_2\beta_3 - (1 - P_2)\beta_4] - \beta_2} \quad (4.18)$$

avec:

$$\beta_1 = U-M$$

$$\beta_2 = U'$$

$$\beta_3 = M'$$

$$\beta_4 = W'$$

$$\beta_5 = W-M$$

Étant donné la structure de l'équation (4.18) et la nature de nos données nous ne pouvons estimer que trois des cinq paramètres. Nous poserons donc $\beta_2=1$ comme dans le modèle précédent, et aussi $\beta_5=1$. En introduisant les indices pour prendre en compte des observations du $i^{\text{ème}}$ individu, l'équation (4.18) à estimer serait de la forme:

$$d_i = f(X_i, \beta_1, \beta_3, \beta_4) + e_i, \quad (4.19)$$

tel que f représente une fonction non linéaire et X_i un vecteur de variables socio-économiques propre à l'individu i (comprenant y_i , r_i et f_i). Étant donné la structure de l'équation (4.18) on l'estime en utilisant la méthode des moindres carrés non linéaires. Les résultats de cette estimation sont reportés au tableau III ci-dessous:

Tableau III: Le modèle avec probabilité conditionnelle

Description	N	R ₂	U-M β ₁	M' β ₃	W' β ₄
r=SAAG et 90% Ensemble des jeux	148	0.12	955 (6.4)	0.12 (1.3) ^(a)	0.045 (2.7)
r=SAAG et 90% Ensemble des jeux échantillon «décideurs»	112	0.17	521 (2.1)	0.030 (0.18) ^(a)	0.047 (3.8)

(a) non significatif à 90%

Dans ce tableau nous remarquons deux échantillons (ou deux lignes): le premier correspond à la prise en compte de l'ensemble des jeux et des répondants, ce qui totalise 148 observations; le deuxième, dénommé échantillon de "décideurs" comprend seulement les répondants dont le revenu est supérieur à celui de leur conjoint. Le souci de construction d'un tel échantillon nous a été dicté par la présence de certaines DAP (valeurs de d) exprimées par des répondants dont le revenu est très faible ou même nul dans certains cas. Cette construction nous a fait perdre 36 observations, mais a résulté néanmoins en un R² plus élevé, suggérant par là-même que le deuxième échantillon ("décideurs") répond mieux aux types de données dont on dispose. Dans les deux échantillons nous retrouvons cependant les mêmes résultats qualitatifs. Les paramètres β₁ (ou U-M) et β₄ (ou W') sont positifs et significativement différents de zéro dans les deux cas. La valeur du paramètre β₁ dans le deuxième échantillon représente cependant à peu près la moitié de celle du premier échantillon. Les valeurs du paramètre β₄ sont relativement identiques dans les deux échantillons avec toutefois une force de signification plus élevée dans le deuxième échantillon. Le paramètre β₃ n'est pas quant à lui significativement différent de zéro dans les deux cas. Rappelons que le paramètre β₃ représente l'utilité marginale en cas de décès. Ce résultat va dans le même sens que certaines thèses selon lesquelles l'utilité marginale en cas de décès est nulle. Nous pensons qu'il faudrait chercher l'explication de ce résultat dans la

situation familiale du répondant (célibataire ou non, avec ou sans dépendants), et la situation financière du conjoint si ce dernier existe.

Enfin, on aurait aimé appliquer les expansions de Taylor de second ordre à ce modèle mais ce ne fut pas possible à cause du nombre élevé de paramètres à estimer et de la structure de l'équation (non linéaire) qui en résultait.

3. LE MODÈLE AVEC ACTIVITÉS D'AUTOPROTECTION.

3.1 Spécification du modèle

Nous avons introduit dans le questionnaire administré des questions révélant les activités d'autoprotection des répondants (voir les questions 19.1 à 22 du questionnaire de l'étude n° 3). L'une de ces variables qui nous a paru intéressante est celle relative à la fréquence d'attente du feu vert de signalisation pour piéton (appelée *feupied* et notée f ci-dessous).

Afin d'explorer une possible hétérogénéité dans les paramètres estimés, β_1 (ou U-V) et β_3 (ou V), dépendante de l'activité d'autoprotection reliée à la variable *feupied*, nous avons respecifié le modèle de l'équation (4.6) pour inclure ce type d'interaction de la façon suivante:

$$\beta_i = \beta_{i0} + \beta_{i1} f \quad \text{pour } i = 1 \text{ et } 3 \quad (4.20)$$

Nous estimerons donc l'équation (4.6) en incluant l'équation ci-dessus pour tenir compte de l'hétérogénéité des paramètres par rapport à différents individus ayant des niveaux d'autoprotection (ici *feupied*) différents. L'équation à estimer serait alors:

$$d = \frac{(P_2 - P_1) [(\beta_{10} + \beta_{11} f) - (y_r - y) (\beta_{30} + \beta_{31} f)]}{P_2 [1 - (\beta_{30} + \beta_{31} f)] - 1} \quad (4.21)$$

3.2 Résultats et interprétation

Comme la variable *feupied* comprend 6 catégories (voir question 22) et que chacune d'elles ne comportait que peu d'observations, nous avons pensé que c'était plus adéquat de transformer cette variable en une variable binaire au lieu de travailler avec cinq variables de catégories. Ainsi, cette variable prenait la valeur 1 si les interviewés répondaient qu'ils attendaient *toujours* (code 1), *très souvent* (code 2) ou *souvent* (code 3) le feu vert pour piétons avant de traverser. Cette même variable prenait la valeur zéro si les répondants disaient qu'ils attendaient *quelquefois* (code 4), *rarement* (code 5) ou *jamais* (code 6) le feu vert pour piétons.

L'interprétation des paramètres de l'équation (4.20) intégrée dans (4.21) se résume ainsi: si les personnes qui entreprennent des activités d'autoprotection ($f=1$) encourent une plus grande (faible) baisse d'utilité que les autres ($f=0$) suite à l'accident, alors le signe du paramètre d'interaction β_{11} sera positif (négatif). De façon similaire, si les individus qui s'autoprotègent encourent une forte (faible) baisse de l'utilité marginale suite à l'accident, alors le signe du paramètre β_{31} sera négatif (positif). Les résultats de l'estimation de l'équation (4.21) apparaissent au tableau ci-dessous.

Tableau IV: Modèle avec activités d'autoprotection

Paramètres et statistiques	Paramètres (t asymptotique)	Intervalle de confiance à 95%
β_{10}	496 (3)	163 - 828
β_{11}	539 (2.5)	110 - 969
$\beta_1^{(a)}$	781 (4.43)	428 - 1134
β_{30}	0.20 (9.7)	0.16 - 0.24
β_{31}	-0.18 (8)	-0.23 - -0.14
$\beta_3^{(a)}$	0.10 (5.26)	0.062 - 0.138
N	161	
R ²	0.37	

(a) valeurs calculées aux moyennes de l'échantillon

Comparons les paramètres β_1 et β_3 ci-dessus évalués aux moyennes de l'échantillon avec ceux du tableau I (ligne 1). On remarque que la valeur β_1 du tableau IV est comprise dans l'intervalle de confiance à 95% de β_1 du tableau I, ce qui implique que les deux valeurs sont assez proches l'une de l'autre. La valeur de l'autre paramètre, β_3 , figurant au tableau IV n'est cependant pas comprise dans l'intervalle de confiance de β_3 du tableau I, indiquant par là même que l'inclusion de la variable des activités d'autoprotection fait augmenter en moyenne la valeur de l'utilité marginale V'. Tous les paramètres du tableau IV sont significativement différents de zéro, y compris les constantes β_{10} . Le signe du paramètre β_{11} est positif, indiquant ainsi que les répondants qui s'autoprotègent souffrent d'une plus grande baisse d'utilité en cas d'accident que ceux qui ne le font pas (ou très peu). Le paramètre β_{31} est négatif, indiquant alors que plus (moins) on s'autoprotège plus faible (grande) sera la valeur de l'utilité marginale si un accident a lieu. Ceci se

comprend du fait que ceux qui subissent les inconvénients (monétaires ou non) de l'autoprotection sont aussi prêts à prendre une couverture d'assurance plus grande en cas d'accident que ceux qui ne s'autoprotègent pas (ou presque).

Enfin nous pouvons constater à la lecture du tableau IV que la qualité de la régression s'est améliorée avec l'introduction de la variable d'autoprotection f , le R^2 passant de 0.10 (tableau I) à 0.37.

CONCLUSION

Comme nous avons trouvé que les coefficients β_1 (ou U-V) étaient positifs et significatifs, nous pensons que les problèmes reliés aux accidents de la route doivent être abordés à l'aide de modèles où les fonctions d'utilité sont dépendantes des états de la nature. Cette méthodologie devrait -selon nous- être appliquée à tous les problèmes dont les événements aléatoires pourraient affecter la santé des individus de façon plus ou moins grave. Le fait que le coefficient d'utilité marginale en cas d'accident fût trouvé inférieur à celui en cas de non accident, suggère que l'événement "accident" ne pourrait être équivalent à une perte monétaire (sinon le résultat inverse aurait prévalu). Appliqué à la théorie de l'assurance, ce résultat nous dicte une assurance optimale moins que complète pour les risques d'accidents (routiers). Bien que les termes de second ordre des fonctions d'utilité soient assez faibles, il s'est avéré qu'ils étaient significativement différents de zéro et négatifs: les fonctions d'utilité sont donc concaves dans les deux cas (accident et "pas accident"). Enfin, comme les individus diffèrent dans leurs activités d'autoprotection, nous avons inclus celles-ci dans notre modèle afin de déceler un lien éventuel avec les fonctions d'utilité et leurs dérivées. Le résultat est que les personnes qui s'autoprotègent le plus éprouvent plus de désutilité en cas d'accident que les autres. Aussi les individus qui font plus d'autoprotection possèdent des utilités marginales plus faibles que les autres.

Après avoir trouvé que le taux de compensation (assurance) optimale est inférieur à l'unité, il serait intéressant de connaître son intervalle (plus ou moins précis). C'est une avenue que nous comptons poursuivre dans le futur. Nous avons commencé par travailler avec des fonctions d'utilité logarithmiques, mais les résultats n'étaient pas probants; nous essaierons avec d'autres formes fonctionnelles et effectuerons les mêmes tests.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- ABRAHAM, C.; THÉDÉ, J.** "Le prix d'une vie humaine dans les décisions économiques". Revue française de recherche opérationnelle. 1960: pp. 157-168.
- ACTON, J. P.** Evaluating Public Programs to Save Lives: The Case of Heart Attacks. Santa Monica, California: Rand Corp.; 1973; Research Report R-73-02.
- ACTON, J. P.** "Measuring the Monetary Value of Lifesaving Programs". Law and Contemporary Problems. 1976; 40(4): pp.46-72.
- ARROW, K. J.** "The Economics of Moral Hazard: Comment". American Economic Review. 1968; LVIII(3): pp. 531-539.
- ARROW, K. J.** "Optimal Insurance and Generalized Deductibles". Scandinavian Actuarial Journal. 1974; 1: pp. 1-42.
- ARROW, K. J.** "Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care". American Economic Review. 1963; LIII(5): pp. 941-973.
- ARTHUR, W. B.** "The Economics of Risks to Life". American Economic Review. 1981; 71(1): pp. 54-64.
- BARRIOL, M.** . "The Social Value of an Individual". Revue économique internationale. 1910.
- BLACKORBY, C.; DONALDSON, D.** . "Can Risk-Benefit Analysis Provide Consistent Policy Evaluations of Projects Involving Loss of Life ?". Economic Journal. 1986; 96(Sept.): pp.758-773.
- BLOMQUIST, G.** . "Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity". Journal of Political Economy. 1979; 87(June): pp. 540-558.
- BOYLE, K. J.; BISHOP, R. C.** A Comparison of Contingent Valuation Techniques. Wisconsin University; 1984.
- BROOME, J.** . "Trying to Value a Life". Journal of Public Economics. 1978; 9: pp. 91-100.
- BUCHANAN, J. M.; FAITH R. L.** "Trying Again to Value a Life". Journal of Public Economics. 1979; 12: pp. 245-248.
- CONLEY, B. C.** "The Value of Human Life in the Demand for Safety". American Economic Review. 1976; 66(1): pp. 45-55.

- COOK, P. J.** "The Value of Human Life in the Demand for Safety: Comment". American Economic Review. 1978; 68(4): pp. 710-711.
- COOK, P. J.; GRAHAM, D. A.** "The Demand for Insurance and Protection; The Case of Irreplaceable Commodities". Quarterly Journal of Economics. 1977: pp. 143-156.
- CRUM, F. S.** Proceedings of the National Safety Council. 1919: pp. 1063-1064.
- CUMMINGS, R. G.; BROOKSHIRE, D. S.; SCHULZE, W. D.** (University of Wyoming). Valuing Environmental Goods: A State of the Arts Assessment of the Contingent Valuation Methods. Monograph; Laramie, Wyoming: U.S. Environmental Protection Agency ; 1984; Cooperative Agreement No CR-811077-01-0.
- DARDIS, R.** "The Value of a Life: New Evidence from the Marketplace". American Economic Review. 1980 Dec; 70(5): pp. 1077-1082.
- DEHEZ, P.; DREZE, J. H.** "State-Dependent Utility, the Demand for Insurance and the Value of Safety". In: Jones-Lee, M. W. (ed). The Value of Life and Safety. North Holland Publishing Company; 1982: pp. 41-65.
- DESVOUGES, W. H.; SMITH, V. K.; McGIVNEY, M.** . A Comparison of Alternative Approaches for Estimating Recreation and Related Benefits of Water Quality Improvements. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency; 1983. (Environmental Benefits Analysis Series).
- DIONNE, G.** . "Le risque moral et la sélection adverse: une revue critique de la littérature.". Actualité économique. 1981; 57: pp. 193-224.
- DIONNE, G.** . "Moral Hazard and State-Dependent Utility Functions.". Journal of Risk and Insurance. 1982; 49: pp. 405- 422.
- DIONNE, G.; HARRINGTON, S. E.** "An Introduction to Insurance Economics". In: Dionne, G.; Harrington, S. E. (eds). Foundations of Insurance Economics. Boston: Kluwer Academic Publishers; 1992: pp. 1-48 .
- DRÈZE, J. H.** Essays on Economic Decisions Under Uncertainty. Cambridge: Cambridge University Press; 1987.
- DRÈZE, J. H.** "From the "Value of Life" to the Economics and Ethics of Population: the Path is Purely Methodological". Recherches Economiques de Louvain. 1992; 58(2): pp. 147-166.
- DRÈZE, J. H.** "Inferring Risk Tolerance from Deductibles in Insurance Contracts". The Geneva Papers on Risk and Insurance. 1981; 6: pp. 48-52.

- DRÈZE, J. H.** "L'utilité sociale d'une vie humaine". Revue française de recherche opérationnelle. 1962; 22: pp. 139-155.
- DRUMMOND, M. F.** "Discussion: TORRANCE'S Utility Approach to Measuring Health-Related Quality of Life". Journal of Chronical Disease. 1987; 40(6): pp. 601-603.
- DUBLIN, L. I.; LOTKA, A. J.** The Money Value of a Man. New York: The Ronald Press Company; 1946.
- EHRLICK, I.; BECKER, G.** "Market Insurance, Self-Insurance and Self-Protection". Journal of Political Economy. 1972; 80(Jul-Dec.): pp. 623-648.
- FARR, W.** . Vital Statistics : pp 531-537.
- FISCHHOFF, B.; COX, L. A.** "Conceptual Framework for Regulatory Benefits Assessment". In: Evaluation of the State of the Art in Benefits Assessment Methods for Public Policy Purposes. Report to the National Science Foundation. Boston, Mass.: Arthur D. Little Inc.; 1984.
- FISCHHOFF, B.; SLOVIC, P.; LICHTENSTEIN, S.; DARBY, S. L.; KEENEY, R. L.** Acceptable Risk. Cambridge: Cambridge University Press; 1981.
- FISCHHOFF, B.; SLOVIC, P.; LICHTENSTEIN, S.** . "Knowing What You Want: Measuring Labile Values". In: Wallsten, T. S. (ed). Cognitive Processes in Choice and Decision Behavior. : Erlbaum; 1980.
- FISCHHOFF, B.; SLOVIC, P.; LICHTENSTEIN, S.** . "Lay Foibles and Expert Fables in Judgments about Risk". The American Statistician. 1982; 36(2): pp. 240-255.
- FISHER, I.** . Report on National Vitality: pp.117-118.
- FRECH III, H. E.** State-Dependent Utility and the Optimality of Incomplete Insurance: An Expository Essay. Santa Barbara: University of California; 1994. 25 p.
- FRIEND, I.; BLUME, E. M.** "The Demand for Risky Assets". American Economic Review. 1975; 65(5): pp. 900-922.
- GERKING, S.; DE HAAN, M.; SCHULZE, W.** . "The Marginal Value of Job Safety: A Contigent Valuation Study". Journal of Risk and Uncertainty. 1988; 1(1): pp. 185-199.
- GIFFEN, R.** . Direct and Indirect Cost of the Great World War. : 277 p.

- GRAHAM, D. A.** "Cost Benefit Analysis Under Uncertainty". American Economic Review. 1981; 71(Sept.): pp. 715-725.
- HARRIS, C. C.; DRIVER, B. L.; McLAUGHLIN, W. J.** "Improving the Contingent Valuation Method: A Psychological Perspective" . Journal of Environmental Economics and Management. 1989; 17: pp. 213-229.
- HERSHEY, J. C.; KUNREUTHER, H. C.; SHOEMAKER, P. J. H.** "Sources of Bias in Assessment Procedures for Utility Functions". Management Science. 1982; 28(Aug.): pp. 936-954.
- JONES-LEE, M. W.** "The Value of Changes in the Probability of Death or Injury". Journal of Political Economy. 1974(Jul.-Dec.): pp. 835-849.
- JONES-LEE, M. W.** "The Value of Non-marginal Changes in Physical Risk". In: Currie, D. A.; Peel, D.; Peters, W. (eds). Microeconomic Analysis: Essays in Microeconomics and Economic Development. Croom Helm; 1981.
- JONES-LEE, M. W.** "The Value of Life and Safety: A Survey of Recent Developments". The Geneva Papers on Risk and Insurance. 1985; 10(36): pp. 141-173.
- JONES-LEE, M. W.; HAMMERTON, M.; PHILIPS, P. R.** "The Value of Safety: Results of a National Sample Survey". Economic Journal. 1985; 95(March): pp. 49-72.
- JONES-LEE, M. V.; PONCELET A.M.** "The Value of Marginal and Non-Marginal Multiperiod Variations in Physical Risk". In: Jones-Lee, M. W. The Value of Life and Safety. North Holland Publishing Company; 1982.
- KAHNEMAN, D.** "Review Comments". In: Cummings, R. G.; Brookshire, D. S.; Schulze, W. D. (eds). Valuing Environmental Goods: A State of the Arts Assessment of the Contingent Valuation Methods. Laramie, Wyoming: U.S. Environmental Protection Agency ; 1984: pp. 226-235; Cooperative Agreement No CR-811077-01- 0).
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A.** "Propect Theory: An Analysis of Decision Under Risk". Econometrica. 1979; 47(March): pp. 263-91.
- KARNI, E.** "A Definition of Subjective Probabilities with State-Dependent Preferences: Notes and Comments". Econometrica. 1993; 61(1): pp. 187-198.
- KNETSCH, J. L.; SINDEN, J. A.** "Willingness to Pay and Compensation Demanded: Experimental Evidence of an Unexpected Disparity in Measures of Value". Quarterly Journal of Economics. 1984(Aug.): pp. 507-521.

- KVÁLSETH, T. O.** "Cautionary Note About R^2 ". The American Statistician. 1985; 39(4): pp. 279-285.
- LANE, D. A.** "Utility, Decision, and Quality of Life". Journal of Chronical Disease. 1987; 40(6): pp. 585-591.
- LANOIE P.** La valeur économique d'une vie humaine: où en sommes-nous? Montréal: Institut d'économie appliquée; Ecole des Hautes Etudes Commerciales; 1991; Cahier de recherche No IEA-91-08. 28 p.
- LAWSON, J. J.** The Valuation of Transport Safety. Ottawa: Département des Finances et Administration; Transports Canada; 1989; TP No 10569. (Evaluations économiques et recouvrement des coûts).
- LINNEROOTH, J.** "The Value of Human Life: A Review of the Models". Economic Inquiry. 1979; XVII(January): pp. 52-74.
- MACLEAN, A. D.** The Value of Public Safety: Results of a Pilot- Scale Public Survey. London: Fire Research Department. Home Office. Scientific Advisory Branch.; 1979; 19/79.
- MARSHALL, A.** . Principles of Economics. 8 th ed. London; 1930: App. E, pp. 787-788.
- MARSHALL, J. M.** "Gambles and the Shadow Price of Death". American Economic Review. 1984; 74(1): pp. 73-86.
- MCDANIELS, T. L.** "Reference Points, Loss Aversion, and Contingent Values for Auto Safety". Journal of Risk and Uncertainty. 1992; 5(2): pp. 187-200.
- MESSIER, S.** . Les traumatismes de la route sur l'île de Montréal, 1984-1986: identification et caractéristiques des sites dangereux. [Mémoire.] Montréal: Département de Démographie. Université de Montréal; Mars 1989; c1989. 186 p.
- MISHAN, E. J.** "Evaluation of Life and Limb: A Theoretical Approach". Journal of Political Economy. 1971; 79: pp. 687-705.
- MITCHELL, R. C.; CARSON, R. T.** Willingness to Pay for National Freshwater Quality Improvements. Washington, D.C.: Resources for the Future; 1984.
- MOORE, M. J.; VISCUSI, W. K.** "The Quality-Adjusted Value of Life". Economic Inquiry. 1988(October): pp. 369-388.
- PAULY, M. V.** "Overinsurance and Public Provision of Insurance: The Roles of Moral Hazard and Adverse Selection". Quarterly Journal of Economics. 1974(feb.): pp. 44-62.

- PEDRO, C.; LANOIE P.** The Value of Safety: A Comparison of Two Approaches. Montréal: Institut d'économie appliquée; Ecole des Hautes Etudes Commerciales; 1991; Cahier de recherche No IEA-91- 04. 29 p.
- PETTY, Sir W.** Political Arithmetics or Discourse Concerning the Extent and Value of Lands, People, Building, etc. London: Robert Clavel; 1969.
- PORTNEY, P. R.** "Housing Prices, Health Effects and Valuing Reductions in Risk of Death". Journal of Environmental Economics and Management. 1981; 8(March): pp. 72-78.
- REYNOLDS, D. J.** "The Cost of Road Accidents". Journal of the Royal Statistical Society. 1956; 119: pp. 393-408.
- ROSEN, S. .** "Valuing Health Risk". American Economic Review. 1981; 71(2): pp. 241-245.
- SAVAGE, I. .** "Psychological Features Affecting Valuation of Life". Economics Letters. 1991; 35: pp. 379-383.
- SCHELLING, T. C.** "The Life You Save May Be Your Own". In: Chase, S. B. JR. (ed.). Problems in Public Expenditure Analysis. Washington D.C.: The Brooking Institution; 1968.
- SCHMALENSEE, R. .** "Option Demand and Consumer's Surplus: Valuing Price Changes under Uncertainty". American Economic Review. 1972; 62: pp. 813-824.
- SCHOEMAKER, P. J. H.** "Determinants of Risk-Taking: Behavioral and Economic Views". Journal of Risk and Uncertainty. 1993; 6(1): pp. 49-73.
- SCHOEMAKER, P. J. H.** "The Expected Utility Model: Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations". Journal of Economic Literature. 1982; XX(June): pp. 529-563.
- SCHOEMAKER, P. J. H.** Experiments on Decisions Under Risk: The Expected Utility Hypothesis. Boston: Martinus Nijhoff Publishing; 1980.
- SELVIDGE, J. .** "A Three-Step Procedure for Assigning Probabilities to Rare Events". In: Wendt and Viek (eds). Utility, Probability, and Human Decision Making. Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Co. ; 1975: pp. 199-216.
- SHAVELL, S. .** "On Moral Hazard and Insurance". Quarterly Journal of Economics. 1979; XCIII(Nov.): pp. 514-562.
- SMITH, A. .** The Wealth of Nations. New-York: Modern Library; 1937; c1776; Book 1: Chapter 8.

- SMITH, R. S.** "Compensating Wage Differentials and Public Policy: A Review". Industrial and Labor Relations Review. 1979; 32(Apr.): pp. 339-352.
- SMITH, R. S.** The Occupational Safety and Health Act. Washington D.C.: American Enterprise Institute for Public Policy Research; 1976.
- SMITH, V. K.; DESVOUSGES, W. H.** "An Empirical Analysis of The Economic Value of Risk Changes". Journal of Political Economy. 1987; 95(1): pp. 89-114.
- SMITH, V. K.; DESVOUSGES, W. H.; FISHER, A.; JOHNSON, F. R.** "Learning About Radon's Risk". Journal of Risk and Uncertainty. 1988; 1: pp. 233-258.
- SMITH, V. K.; DESVOUSGES, W. H.; FREEMAN, III A. M.** Valuing Changes in Hazardous Waste Risks: A Contingent Valuation Analysis. Draft Interim Report; Vanderbilt University. Nashville, Tenn.: U.S. Environmental Protection Agency ; 1985; Cooperative Agreement No CR-811075.
- SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC.** Bilan routier: janvier 1991 - décembre 1991. Montréal. (Dossier statistique).
- STATISTIQUE CANADA.** Mortalité par causes. 1990; 82-003S Supp. 12.
- STATISTIQUE CANADA.** Rapports sur la santé: 1988-1989. 1990; Supp. 12.
- STATISTIQUE CANADA.** Recensement 1991. 1991.
- THALER, R.; ROSEN, S.** . "The Value of Saving a Life: Evidence from the Labor Market". In: Terleckyj, Nestor E. (ed.). Household Production and Consumption. Studies in Income and Wealth. NBER. New York: Columbia University Press; 1975.
- TORRANCE, G. W.** "Utility Approach to Measuring Health-Related Quality of Life". Journal of Chronical Disease. 1987; 40(6): pp. 593-600.
- TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D.** . "The Framing of Decision and the Psychology of Choice". Science. 1981; 211: pp. 453-458.
- TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D.** . "Judgment Under Uncertainty". Science. 1974; 185: pp. 1124-1131.
- TVERSKY, A.; SLOVIC, P.; KAHNEMAN, D.** . "The Causes of Preference Reversal". American Economic Review. 1990; 80(1): pp. 204-216.
- ULPH, A.** . "The Role of Ex Ante and Ex Post Decisions in the Valuation of Life". Journal of Public Economics. 1982; 18: pp. 265-276.

- USHER, D.** . "An Imputation For Changes in Life Expectancy". In: Usher, D. The Measurement of Economic Growth. New York: Columbia University Press; 1980.
- VISCUSI, W. K.** "Are Individuals Bayesian Decision Makers?". American Economic Review. 1985; 75: pp. 381-385.
- VISCUSI, W. K.** "Labor Market Valuations of Life and Limb: Empirical Evidence and Policy Implications". Public Policy. 1978; 26(3): pp. 359-386.
- VISCUSI, W. K.** "Strategic and Ethical Issues in the Valuation of Life". In: Zeckhauser, R. (ed). Strategy and Choice. Cambridge: MIT Press; 1991: pp. 359-387.
- VISCUSI, W. K.** "The Value of Risk to Life and Health". Journal of Economic Literature. 1993; XXXI(Dec.): pp. 1912-1946.
- VISCUSI, W. K.; EVANS, W. N.** "Utility Functions That Depend on Health Status: Estimates and Economic Implications" . American Economic Review. 1990; 80(3): pp. 353 -374.
- WEINSTEIN, M. C.; SHEPARD, D. S.; PLISKIN, J. S.** "The Economic Value of Changing Mortality Probabilities: A Decision Theoretic Approach". Quarterly Journal of Economics. 1980; March: pp. 373- 396.
- WEISBROD, B. A.** "The Valuation of Human Capital". Journal of Political Economy. 1961; LXIX(5): pp. 425-436.
- WINTER, R. A.** "Moral Hazard and Insurance Contracts". In: Dionne, G. (ed). Contributions to Insurance Economics. Boston: Kluwer Academic Publishers; 1992: pp. 61-96 .
- WOODS, E. A.; METZGER, C. B.** America's Human Wealth. The Money Value of Human Life. New York: F.S. Crofts & Co; 1927.
- ZECKHAUSER, R.** . "Coverage for Catastrophic Illness". Public Policy. 1973; 21: pp. 149-172.
- ZECKHAUSER, R.** . "Procedures for Valuing Lives". Public Policy. 1975; 23(4): pp. 419-464.
- ZECKHAUSER, R.; SHEPARD, D.** . "Where Now for Saving Lives ?". Law and Contemporary Problems. 1976; 40(4): pp. 5-45.