

UNIVERSITE DE MONTREAL  
FACULTE DES ARTS ET DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE SCIENCES ECONOMIQUES

PRESENTATION ET CRITIQUE  
DES DIVERSES METHODES D'EVALUATION  
DE LA VIE HUMAINE

PAR  
MARIE-GINA LACROIX

RAPPORT DE RECHERCHE PRESENTE A LA FACULTE DES ETUDES SUPERIEURES  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MAITRISE ES SCIENCES (M.SC.)

SEPTEMBRE 1992

Pour la réalisation de ce rapport de recherche, je remercie M. Claude Montmarquette, directeur du Département de Sciences Economiques de l'Université de Montréal, pour sa disponibilité et ses précieux conseils.

## TABLE DES MATIERES

I.-	INTRODUCTION .....	P.- 1
II.-	PRESENTATION DES APPROCHES .....	P.- 7
	A) Approche par le capital humain .....	P.- 8
	B) Approche par la volonté de payer .....	P.- 9
	2.1 Les études salaires/risque .....	P.- 10
	2.2 Les études de marché aléatoire .....	P.- 14
	2.3 Les études de marché sur les consommateurs .....	P.- 15
III.-	COMPARAISON ENTRE LES ACTIVITES DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION .....	P.- 21
IV.-	MODELE NEOCLASSIQUE DU CYCLE DE VIE D'ARTHUR .....	P.- 26
V.-	MODELES D'ESTIMATION DU TAUX D'ESCOMPTE .....	P.- 32
	A) Le marché du travail .....	P.- 33
	5.1 Modèle de forme réduite .....	P.- 33
	5.2 Modèles de forme structurée .....	P.- 36
	B) La volonté de payer et ses effets sur les générations .....	P.- 44
	5.3 Modèle de cycle de vie de la consommation et de l'épargne pour escompter les bénéfices des membres de la génération courante .....	P.- 44
	5.4 Modèle intergénérationnel pour escompter les bénéfices des membres des générations futures .....	P.- 50
VI.-	CONCLUSION .....	P.- 55
	BIBLIOGRAPHIE .....	P.- 60

\*\*\*\*\*

## I.- INTRODUCTION

L'évaluation de la vie humaine a bien souvent fait l'objet de diverses controverses. Mais en quoi consiste réellement cette évaluation? Lorsque les autorités gouvernementales doivent donner leur accord à l'implantation de projets susceptibles d'affecter le risque de mortalité des membres d'une communauté, ils doivent tout d'abord effectuer une analyse avantages-coûts, afin de vérifier la rentabilité de ces investissements. L'évaluation de ce que peut coûter en termes monétaires la vie d'un être humain est en quelque sorte un moyen raisonnable pour permettre aux preneurs de décisions d'effectuer le bon choix.

Il existe à l'intérieur de la littérature deux grandes approches qui ont été utilisées à tour de rôle comme cadre d'évaluation. La première approche existante et dont les économistes ne se servent plus aujourd'hui est l'approche du capital humain. Dans le courant des années 60, la valeur d'une vie était approximée en calculant la valeur présente des gains perdus sur le marché du travail, dans le cas de mortalité d'un individu faisant partie de la force du travail. Par contre, cette méthodologie comporte des désavantages, puisqu'elle ne fait que mesurer la valeur monétaire de la perte d'une vie, c'est-à-dire qu'elle monétarise les pertes, plutôt que de calculer ce que vaut vraiment la vie pour un individu. Aussi, cette méthode a-t-elle été remplacée dans la littérature, par l'approche de la volonté de payer. Selon cette optique, la valeur de la vie est calculée en tenant compte du montant qu'un individu sera prêt à payer, pour obtenir une diminution dans sa probabilité de mourir. Il est intéressant de constater qu'en identifiant ce montant, on a en même temps une bonne approximation de la compensation que cet individu serait en droit d'exiger en contrepartie d'une légère augmentation dans son risque.

Par la volonté de payer, on examinera comment est-il possible d'arriver à savoir ce que vaut la vie pour une personne, tout en se basant sur plusieurs types de risque qui peuvent se produire. Sur le marché du travail, le genre de risque que l'on observe le plus fréquemment est la probabilité qu'un ouvrier soit victime d'un accident mortel. On peut aussi s'intéresser au risque frappant particulièrement la santé des consommateurs de cigarettes ou encore les automobilistes sur les routes. Chacun de ces risques sera traité de façon individuelle à l'aide de modèles. Cependant, puisque le risque n'est pas directement observable, il a fallu recourir à des moyens nous permettant d'avoir une meilleure idée de ce que pensent réellement les gens, des divers risques qu'ils peuvent rencontrer. Tout d'abord, pour observer le risque se trouvant sur le marché du travail, il existe des études salaires/risque, qui examinent la prime salariale exigée par tout travailleur oeuvrant dans un milieu dangereux. En second lieu, on peut aussi récolter de l'information sur le risque en soumettant à un échantillon cible de personnes un questionnaire portant sur leur volonté de payer. On peut aussi se reporter à une analyse de l'équation de la demande des consommateurs pour laquelle il suffit d'observer directement leur comportement suite à un choc susceptible de modifier leurs habitudes de consommation. Les résultats empiriques sur la valeur de la vie nous permettront d'avoir une meilleure perception de toutes ces fatalités affectant la vie d'une personne.

Cependant, lorsque l'on parle du risque il est bien important de savoir à quel genre de risque on peut être confronté. Est-ce qu'il nous frappe tout de suite dans l'immédiat, ou bien est-ce qu'il apparaît plus tard dans le futur? Dans un premier temps, on a examiné comment un risque de court terme pouvait être évalué avant de s'attaquer au problème plus complexe du risque de long terme. Arthur (1981) a proposé un modèle néoclassique de cycle de vie à partir duquel il a été possible

d'évaluer les risques associés à la vie. Son modèle d'équilibre général met surtout l'emphase sur les effets que peuvent avoir le prolongement ou la diminution de la durée de la vie. Son modèle a donc finalement servi de cadre théorique à l'analyse des risques de long terme. En prenant des décisions sur le nombre d'années qu'il lui reste à vivre, l'individu révélera par le fait même l'importance qu'il accorde lui-même à son avenir. Tout ceci peut être résumé sommairement par le choix d'un taux de préférence dans le temps, qui sera nécessaire afin de découvrir réellement quelle sera la valeur d'une vie future.

Les études empiriques cherchant à clarifier le problème qu'est le taux d'escompte sont relativement nouvelles. Tout d'abord sur le marché du travail, c'est en se servant de modèles de formes réduites et structurées de Markov, que les auteurs Moore et Viscusi (1990) ont estimé les taux d'escompte des travailleurs. Leurs modèles estiment le taux d'escompte à partir de l'équation conventionnelle des salaires. Les résultats démontrent que le taux de préférence dans le temps varie entre 2% et 12%. Il a été possible d'expliquer cet écart par le niveau d'éducation acquis par l'ouvrier, qui varie de façon négative avec les estimés du taux d'escompte.

Afin de pouvoir mieux observer le comportement des individus face à un risque de long terme, il a été bénéfique de comparer la volonté de payer d'un individu seul avec celle d'un individu ayant des enfants à sa charge. Cropper et Sussman (1990) ont utilisé des modèles de cycle de vie et intergénérationnels pour estimer les bénéfices affectant les membres d'une même génération et ceux affectant les membres de la génération à venir. Par exemple, une personne de la première génération ayant été en contact, disons au début de la période 1 avec une substance dangereuse, telle

l'amiante pendant un certain nombre de temps n'en ressentira pas les effets néfastes dans l'immédiat. Plusieurs années s'écouleront avant que les symptômes n'apparaissent (à la période 2). Si entre temps on trouve un moyen d'éliminer ce produit, il faudra escompter les bénéfices futurs touchant cet individu de la première génération affecté par l'amiante. Le modèle de cycle de vie nous aidera à voir à quel taux chaque membre de chaque génération sera prêt à escompter leurs propres bénéfices futurs au début de la période 1. Lorsque le risque se perpétue dans le temps et affecte les membres d'une génération future (à la période 3) qui sont nés au début de la deuxième période, la situation est tout autre, car il revient aux parents de prévoir ce qu'ils seraient prêts à payer afin d'épargner à leurs descendants d'avoir une probabilité de mortalité très élevée. En fait ce montant correspond à ce que le descendant lui-même serait prêt à payer pour éviter le risque. S'il y a élimination de la source de risque, le problème auquel doit faire face le modèle intergénérationnel, consiste en l'escompte des bénéfices futurs touchant les membres de la troisième génération au moment de leur naissance (début de la période 2)<sup>1</sup>, pour ensuite ramener tout cela au moment de l'impact du risque. On observera que les résultats du taux d'escompte varieront selon les hypothèses inhérentes à chacun de ces deux modèles.

Ce rapport de recherche est structuré comme suit. A la section II, nous présentons les approches utilisées jusqu'à présent pour évaluer la vie humaine, soit celles du capital humain et de la volonté de payer. On y expose aussi les moyens utilisés pour déterminer cette volonté de payer en présence d'un risque de court

---

1.- C'est exactement le problème de l'escompte des membres d'une même génération, résolu par le modèle de cycle de vie.



terme. La section III fournit une comparaison entre les estimés de la valeur de la vie provenant des activités de production et de consommation. La section IV établit une base théorique pour l'évaluation, en introduisant un modèle néoclassique de cycle de vie en équilibre général, qui a été élaboré par W. Brian Arthur (1981), permettant ainsi de faire la distinction entre un risque de court terme et un risque de long terme. Dans la section V, les modèles d'estimation du taux d'escompte pour ramener au présent la volonté de payer pour un risque de long terme sont présentés. Dans un premier temps, on examine les modèles de formes réduites et structurées existants sur le marché du travail. En second lieu, on considère les modèles de cycle de vie et intergénérationnels pour évaluer les risques futurs touchant la génération courante et les générations futures. La conclusion se trouve à la section VI.

## II.- PRESENTATION DES APPROCHES

### A) Approche par le capital humain

C'est principalement dans le courant des années 60, qu'il y a eu un certain enthousiasme concernant l'évaluation des avantages et des désagréments pouvant affecter notre condition, c'est-à-dire notre santé, notre sécurité au cours de notre vie. Au cours de leur première tentative, des économistes se sont penchés sur ce problème et en sont arrivés à développer une méthodologie prénommée "approche par le capital humain". De façon générale, l'essence du capital humain tient en l'investissement fait par les individus en ressources humaines, comme l'éducation, dans le dessein d'obtenir une amélioration dans leur productivité, et bien sûr dans leur revenu gagné.

Etant une des prémisses à l'évaluation de la vie humaine, cette méthode consiste en une mesure de la valeur attribuée par la vie humaine, sur la base de la contribution apportée au produit national, par tout individu. Il suffit de calculer quel aurait été le montant (ramené à la valeur présente) des gains futurs anticipés, s'il n'y avait pas eu mortalité.

Bien que l'on ait cru tout d'abord au bon fonctionnement de cette technique d'évaluation, Mishan (1971) a soulevé plusieurs points de déficiences. Par exemple, quelle valeur pourrait-on attribuer à certains groupes particuliers: tels les femmes, les minorités ethniques et les personnes retraitées? En ce qui concerne les deux premiers groupes, la valeur de la vie est très faible, puisqu'il a été prouvé qu'en moyenne, ils gagnaient un salaire moins élevé et pour le dernier groupe d'individus qui n'occupent plus une fonction où il y avait possibilité d'apporter quelque chose à la société, cette valeur est nulle. Il apparaît donc clairement que cette façon

de procéder conduit en une allocation des ressources qui sera inefficace socialement, puisqu'elle ne représente pas les intérêts de tous les membres de la société. Aussi, cette méthode très restrictive et voire même très discriminatoire, a-t-elle été remplacée dans la littérature par une approche plus récente qui respecte le meilleur critère d'allocation efficace, soit celui de Pareto<sup>2</sup>.

#### B) Approche par la volonté de payer

Basée sur la théorie du bien-être, la méthode que l'on appelle "l'approche par la volonté de payer", tente d'évaluer le montant en argent que tout individu serait "enclin à payer" afin d'avoir une diminution dans le risque associé à la vie. Dépendant des goûts individuels, du revenu et d'autres paramètres de la fonction de demande, on pourra analyser le comportement face au risque. Cette approche est largement utilisée dans les études portant sur les façons possibles d'estimer la valeur d'une vie humaine. C'est en faisant la somme de cette mesure que l'on aura une bonne approximation de ce que sera la valeur d'une vie. Cependant, il est bien important de réaliser que grâce à cette mesure; il nous sera maintenant permis d'avoir une bonne évaluation de ce que seront les bénéfices présents et futurs pour la santé au cours de notre vie. Il est évident, qu'un individu ne sera pas prêt à donner le même montant de sa fortune afin de réduire un risque qui pourrait se produire maintenant et celui qui surviendrait beaucoup plus tard dans le futur. L'approche de la volonté de payer sera en mesure de faire le point sur ces deux types de risque, soit celui de court terme et celui de long terme.

-----  
2.- Ce critère a été élaboré au début du siècle par V. Pareto. Il stipule qu'un état social est perçu comme étant meilleur qu'un autre état, si au moins un individu éprouve une amélioration dans son bien-être, en étant dans le premier état plutôt

C'est à l'intérieur d'un cadre d'analyse partiel, qu'il a été possible d'avoir recours à diverses études servant à déterminer la volonté de payer (puisque le risque en lui-même n'est pas un facteur directement observable) lorsque l'on est en présence d'un risque de court terme, c'est-à-dire dont les effets sur notre bien-être sont ressentis dans l'immédiat. Ces études sont: 1) les études salaires/risque, 2) les études de marché aléatoire et 3) les études de marché sur les consommateurs.

### 2.1 Les études salaires/risque

Ce moyen nous permettant d'avoir une idée sur la volonté de payer, a été celui qui a été le plus fréquemment utilisé par plusieurs auteurs. C'est en récoltant diverses données et caractéristiques propres au marché du travail que l'on pourra réaliser notre objectif.

Dans un contexte de marché du travail, où c'est par un processus de pairage que les travailleurs et les firmes arrivent à satisfaire leurs besoins respectifs, l'offre de travail dans un emploi dit intéressant sera beaucoup plus élevée que celle d'un emploi moins intéressant, et la différence entre les salaires offerts par ces deux types d'emplois sera suffisante pour compenser les travailleurs perdants. Autrement dit, tout ceci rencontre le point de vue d'Adam Smith sur le sujet, puisque dans une proposition théorique publiée dans "The Wealth of Nations"<sup>3</sup> il stipule que pour un travailleur oeuvrant à l'intérieur d'un emploi à haut niveau de risque, on devra trouver à l'équilibre le taux de substitution entre les niveaux de risque et les salaires (ou primes salariales), qu'il serait en droit d'exiger comme moyen de

-----  
que dans le second et cela sans qu'il y ait une réduction dans le bien-être des autres individus.

3.- Référence: The Wealth of Nations. New-York: Modern Library, 1776. Edition réimprimée en 1937.

compensation advenant une augmentation dans le risque associé à cet emploi. Ce taux reflètera vraiment les préférences des travailleurs par rapport au risque.

Ainsi, dans les études salaires/risque, le point le plus important tient en une équation de salaire de la forme suivante à partir de laquelle on pourra estimer les différentiels de salaire:

$W = w(p, Z)$  où  $p$  = niveau de risque et  $Z$  = autres déterminants du salaire  
et

$dw/dp$  = taux de substitution qui sera non-linéaire et positif afin que les individus acceptent de travailler dans un emploi risqué.

Marin et Psacharopoulos (1982), ont examiné cette situation en comparant les résultats obtenus pour les travailleurs manuels et non-manuels au Royaume-Uni à l'intérieur d'une période de 3 ans s'échelonnant entre 1970 et 1972. Afin d'estimer la prime de salaire, la théorie sur les différences compensatoires, suggère que l'on inclut dans une équation explicative des salaires, une variable de risque qui entrera de façon positive dans l'équation. Ils se sont servis de la régression suivante représentant les gains du travail:

$$\ln Y = f(\overset{+}{\text{mesures du K humain}}, \overset{+}{\ln \text{Semaines}}, \overset{+}{\text{Risque}}, \overset{+}{\text{Syndicat}}, \overset{+}{\text{Occ}}, \overset{-}{\text{Syndicat} \times \text{Risque}}) + \epsilon \quad (1)$$

où  $Y$  = gains annuels;

mesures du K humain = nb. d'années d'éducation, d'expérience de travail;

Semaines = nb. de semaines travaillées;

Risque = taux de mortalité provenant d'un accident au travail par 1 000  
travailleurs;

Syndicat = proportion de travailleurs dans l'industrie couverte par une convention collective;

Occ = taux de désirabilité professionnelle; (lorsque les gens choisissent leurs emplois, ils se préoccupent aussi du niveau de risque qui lui est inhérent en plus du salaire offert);

Syndicat x Risque = terme d'interaction entre Syndicat et la mesure du risque.

Dans ce modèle simple à une période, l'élément clé dont nous avons besoin pour évaluer une vie humaine est ce qui est défini dans la variable indépendante "Risque". Dans un premier temps, les auteurs avaient tenté de construire un indice de risque général, nommé GENRISK. Comme son nom le laisse entendre, cette variable est composée de données existantes sur la mortalité en générale que l'on retrouve à l'intérieur d'une occupation. Mais GENRISK est sujette à des erreurs de mesure, qui peuvent mener à un biais dans la valeur de notre coefficient, puisque lorsqu'un ouvrier contracte une maladie mortelle dans un emploi et qu'entre l'intervalle de temps où la maladie se développe et celui où il meurt, il a eu le temps de changer d'emploi; sa mortalité sera interprétée et enregistrée comme si elle était directement liée au dernier emploi occupé. Or, il est possible que le dernier emploi n'ait rien à voir avec la mort du travailleur en question, d'où les erreurs de comptabilité ou de mesure que l'on peut retrouver dans cet indice de risque. Aussi, les auteurs ont-ils préféré se servir d'un autre indice de risque beaucoup plus spécifique, précis et comportant moins d'erreurs de mesure. Ce second indice se nomme ACCRISK et tient compte du taux de mortalité causé par un accident au travail. De cette façon, on pourra tirer de meilleurs résultats de notre étude puisque les travailleurs sont beaucoup plus conscients du risque qui existe dans l'occupation qu'ils exercent. De plus, on ne pourra pas se tromper quant au lien existant entre

l'occupation qu'avait l'individu au moment de sa mort accidentelle et l'accident lui-même, de telle sorte que les données sur la mortalité reliées à une occupation n'en seront que plus véridiques.

Les résultats servant à expliquer les gains annuels sont de signes attendus, mais une attention toute particulière devra être portée au signe positif des coefficients de la variable "Risque", soit  $(d \ln Y / d \text{Risque})$ . Ces derniers se chiffrent à 1.3 et 0.4 pour les travailleurs non-manuels et manuels respectivement. Ce signe explicite bien, par la corrélation positive entre le risque et la compensation, que les marchés du travail au Royaume-Uni compensent effectivement leurs travailleurs pour les divers désagréments qu'ils doivent subir dans leur emploi, tels que prédits par la théorie.

C'est à partir de ces résultats que l'on a pu établir le calcul de la valeur de la vie humaine qui correspond à la formule suivante:  $1\ 000 \times (d \ln Y / d \text{Risque}) \times Y$ , évalué à la valeur moyenne des gains, nous donnera une valeur de la vie en millions de \$ de 1986, allant de 2.7 à 3.1 millions pour les manuels et 9.0 millions pour les non-manuels. A la lumière de ces résultats, on peut donc conclure que la sécurité peut être considérée comme étant un bien supérieur<sup>4</sup>.

Dillingham (1985) examine la sensibilité des estimés aux définitions des variables de risque, dans une étude américaine faite en 1977. Pour parvenir à cette fin, il a utilisé une méthodologie d'estimation similaire à ses prédécesseurs en apportant cependant une variante à la variable de risque de l'équation de salaire.

-----  
4.- Un bien est dit supérieur, si lorsque notre revenu augmente, la quantité demandée de ce bien augmente. Dans notre cas, la sécurité est un bien supérieur, puisque pour l'obtenir, on est prêt à déboursier une forte somme d'argent.



La variable représentant la mesure du risque par 500 travailleurs annuels, correspond non seulement aux nombres de blessures fatales par occupation, mais aussi par industrie et par occupation/industrie. En plus de ceci, il a ajouté aussi 2 variables auxiliaires: une pour les diverses occupations (artisan, cléricale, travailleur) et une autre pour les industries (biens manufacturiers durables/non-durables, transport).

Son analyse a apporté un souffle nouveau aux estimés de la valeur de la vie humaine, puisqu'il a été possible d'observer empiriquement que plus le niveau d'aggrégation dans la variable de risque était élevé, plus le coefficient de cette variable était grand et par conséquent, plus la valeur de la vie (évaluée à la valeur moyenne du salaire) est grande. Elle varie entre 2.1 millions et 5.8 millions en \$ de 1986. Ainsi, si l'on se réfère au tableau 1 (p.- 23), on constate que lorsque la variable de risque a été définie par occupation/industrie en même temps, la valeur estimée de la vie se rapproche beaucoup plus de la borne supérieure, que si elle avait été définie à un niveau moins agrégé, que si on s'était seulement préoccupé du risque par occupation comme c'était le cas dans l'étude précédente, soit celle de Marin et Psacharopoulos (1982). Donc, la variation observée dans la valeur monétaire d'une vie, n'est que le fruit d'une définition de la variable de risque.

## 2.2 Les études de marché aléatoire

C'est par l'intermédiaire d'une situation hypothétique représentée sous la forme d'un questionnaire, que l'on tente d'estimer la volonté de payer des individus pour avoir accès à des niveaux alternatifs de sécurité. C'est une autre façon d'estimer le taux marginal de substitution entre les niveaux de risque et les primes de salaire. Les partisans de cette procédure par questionnaire voient en ce moyen une façon d'éviter les imprécisions, puisque cela nous permet d'avoir un échantillon

beaucoup plus détaillé. En posant les bonnes questions directement à un échantillon cible, l'analyste est en mesure d'avoir toute l'information dont il a besoin et ainsi il évaluera directement les préférences des individus. D'un autre côté, cette méthode peut comporter certains désavantages pouvant résulter en un échantillon biaisé. En effet, il a été prouvé que les personnes ayant un bagage académique, de même qu'un niveau de salaire plus élevé, répondaient plus fréquemment aux questionnaires que les autres groupes. De plus, étant donné que bien souvent dans le questionnaire ce sont des choix hypothétiques, plutôt qu'actuels que l'on retrouve, cela peut être vu comme étant un des principaux désavantages de cette méthode.

Jones-Lee, Hammerton et Philips (1985), dans leur étude portant sur le Département des Transports au Royaume-Uni, ont examiné quelle était la volonté de payer des gens pour avoir une réduction dans le risque associé aux accidents de véhicules motorisés. Toute l'analyse empirique portant sur la sécurité routière est basée sur des données que l'on a récolté à partir de questions d'évaluations portant sur les accidents fatals et non-fatals. Ils ont trouvé que la valeur d'une vie suite à l'évitement d'une mort statistique donnée par la moyenne des taux marginaux de substitution de la population se situait entre 1.6 et 4.4 millions.

### 2.3 Les études de marché sur les consommateurs

Pour estimer la volonté de payer, ces études analysent le taux de substitution existant entre les risques et les bénéfices que les gens obtiennent par la modification de leurs décisions de consommation. D'une certaine façon, c'est le comportement actuel des individus que l'on cherche à observer.

Ippolito et Ippolito (1984), ont réalisé une étude portant sur le marché de la cigarette, en 1980 aux Etats-Unis. Leur approche comporte en soi un élément de nouveauté, puisqu'au lieu d'examiner des situations où il est difficile de séparer le risque de certaines activités (comme c'est souvent le cas sur le marché du travail), ils se contentent plutôt de tirer avantage des variations dans les plans de consommation qui surviennent suite à des renseignements obtenus au sujet des risques néfastes pour la santé. Ils ont préféré procéder ainsi afin d'éliminer tout biais possible de leur analyse.

A partir d'une année pivot, soit 1980, on a observé quelle était la variation dans la demande de cigarettes, après la diffusion de nouvelles informations, au sujet des méfaits occasionnés par la cigarette sur la santé. Pour mesurer la réaction des consommateurs, ils ont défini une équation de demande de cigarettes ayant la forme fonctionnelle suivante:

$$\ln C = \beta_0 + \beta_1 \log T + \beta_2 D53 + \beta_3 D64 T64 + \beta_4 P + \beta_5 \log Y + \epsilon \quad (2)$$

où C = consommation de cigarettes per capita;

T = terme de tendance;

D53 = variable auxiliaire; 1, entre 1953-1980 et 0, ailleurs;

D64 = " " ; 1, " 1964-1980 et 0, ailleurs;

T64 = terme compteur; 1, en 1964;

P = indice de prix des cigarettes;

Y = revenu per capita (déflaté).

Après avoir estimé la régression par les moindres carrés ordinaires, on a pu établir une comparaison entre la demande de cigarettes avant information et celle après information. Les auteurs ont trouvé qu'une grande partie des consommateurs avaient

été sensibilisés par la campagne de publicité sur la cigarette et la santé. En effet, on a constaté qu'il y avait eu une diminution dans la demande de cigarettes après la période d'ajustement, puisque l'on est passé d'une consommation annuelle de 386 paquets à 195 paquets.

A partir de ce résultat, comment est-il possible de mesurer la distribution individuelle de la valeur de la réduction dans le risque? Tout d'abord, il faudra se définir un modèle reflétant le comportement individuel de chaque consommateur de cigarettes. Ce modèle devra tenir compte du fait que tout individu a bien souvent une perception différente de ce que le risque de fumer peut causer à sa santé, de même que des goûts différents. A l'aide de la figure no.- 1, représentant les réactions des consommateurs, il sera plus facile de suivre la ligne de pensée utilisée dans cette étude. Dans un premier temps, avant l'apparition de l'information en 1980, chaque individu se situait soit sur la courbe de demande hautement relevée en nicotine (H), ou soit sur celle faiblement relevée en nicotine (L). Après l'introduction de l'information en 1980, au sujet des méfaits de la cigarette, les individus ont réagi différemment à ce message. Les courbes de demande pour les 2 types de cigarettes ont diminué vers le bas ( $H^*$  et  $L^*$ ) suite à cela, afin de refléter l'évaluation des coûts en santé  $M_H$  et  $M_L$  associés à chaque catégorie de fumeurs. On peut observer que pour une personne fumant une cigarette de type H, son évaluation personnelle des coûts en santé est plus élevée que celle d'une personne fumant une cigarette de type L. C'est pour cela que  $M_H > M_L$ . Par contre, pour certains individus fumant le type H, le choc de l'information ne les incite pas à réduire leur consommation, mais cela les pousse plutôt à changer leur consommation vers un type de cigarettes moins nocives pour la santé, soit L.  $M_{HL}$  représente les vies sauvées par ce changement. A partir de tout ceci, on a extrait la relation suivante:

$$M \approx bv \{n^* - [(s-1)/s] \cdot (bv/sc')^{1/s-1}\} \quad (3)$$

où M = variation dans la demande;

b = terme de croyance (espérance de vie réduite par cigarette);

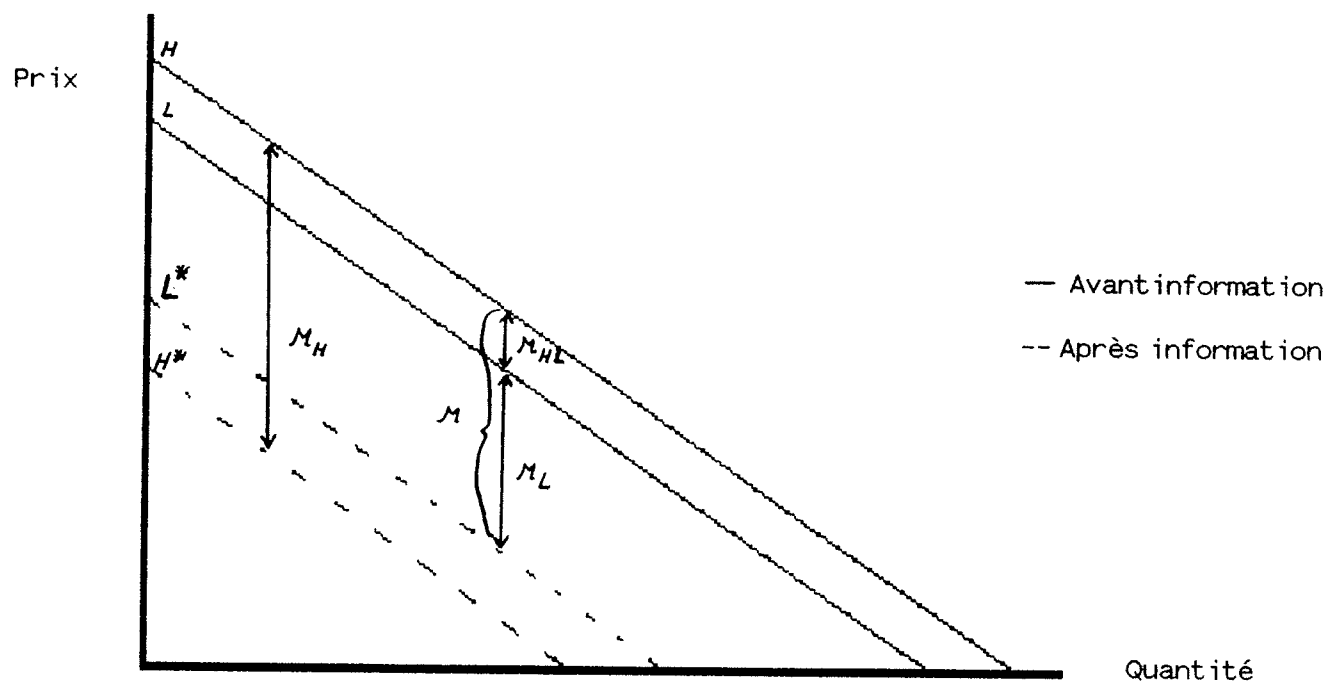
$n^*$  = niveau d'intensité maximale en nicotine;

v = valeur d'une vie épargnée annualisée;

$c', s$  = paramètres de goût pour la nicotine.

Cette équation représentant la variation dans la demande, sera utilisée pour estimer la valeur annualisée de la vie.

Figure 1.- Réactions des consommateurs.



où H = courbe de demande haute en nicotine;

L = courbe de demande basse en nicotine;

M = coût total en santé;

$M_H, M_L$  = coûts en santé selon le type de cigarettes;

$M_{HL}$  = coût en santé provenant du changement dans la qualité.

On trouve qu'en moyenne les individus sont prêts à payer un montant additionnel de 1.15\$ ( $M = 1.15\$$ ) en plus du prix régulier du paquet de cigarettes, afin d'avoir une réduction dans le risque associé au fait de fumer. De ce montant 75% peut être attribué à l'évaluation des coûts en santé provenant des individus consommant une cigarette à faible taux en nicotine et 25% aux individus pour qui l'apparition de la nouvelle information n'a fait que modifier la qualité de cigarette, c'est-à-dire qu'ils sont passés d'une consommation de cigarettes hautement relevée en nicotine à faiblement relevée en nicotine. De plus, si l'on impose que tous les individus ont une même perception (b) de ce que leur coûtera en terme d'années perdues la consommation de cigarettes (soit 3.5 années par paquet de cigarettes), alors la valeur d'une vie épargnée (v), sera de 0.52 en millions de \$ de 1986 et si la perception des individus diffère entre-eux, il y aura une augmentation de 19% dans la valeur de la vie.

Jusqu'à présent, on a ignoré le fait que le taux de préférence dans le temps peut jouer un rôle important dans notre analyse. En effet, il ne faut pas oublier que les conséquences néfastes pour la santé (tel le cancer du poulmon), lorsque l'on fume apparaissent souvent beaucoup plus tard dans le temps. L'utilisation du taux d'escompte représente en soi un moyen personnel d'évaluer sa propre vie. Si l'on prend un gros fumeur, pour qui toute la publicité faite autour du tabagisme et ses ravages sur la santé, n'a peu ou presque pas d'effet sur sa consommation de cigarettes, alors on peut dire que pour cet individu, la valeur qu'il accorderait à sa vie serait très faible. Le taux d'escompte dont il se servira sera faible. Avec

l'utilisation d'un taux d'escompte variant entre 1.25% et 5%, il s'avère que plus le taux augmente, plus la valeur de la vie augmente.

Ainsi donc, il ressort de cette étude que la valeur de la vie en millions de \$ de 1986 varie entre 0.24 et 1.26 millions.

III.- COMPARAISON ENTRE LES ACTIVITES DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION



Le tableau no.-1, où on a reporté les résultats des études précédentes fait ressortir plusieurs points intéressants, notamment que:

- Les résultats en provenance des études que l'on peut regrouper sous la rubrique "activités de production" ont semble t-il une valeur de la vie qui est beaucoup plus élevée que les "activités de consommation". Il est possible d'explicitier ce phénomène par le fait que les individus sont en général plus familiers avec la notion de risque existant sur le marché du travail, comparativement à celui découlant d'une activité de consommation (ce n'est pas tout le monde qui fume). De plus, la consommation de cigarettes étant une mauvaise habitude dont on ne se débarrasse pas du jour au lendemain; les gros fumeurs ont tendance à accorder une valeur moindre à leur propre vie.
- Remarquons aussi la grande similitude en ce qui concerne le meilleur estimé de l'étude de Marin et Psacharopoulos (1982), soit 2.9 et celui de Jones-Lee et al. (1985), soit 3.0. Ainsi, on peut dire que les individus ont en général une aversion qui est à peu près égale entre la perception de mourir dans un accident au travail et un accident de la route.

-----

Tableau 1.- Résultats des estimés par la volonté de payer.

Etudes		Intervalle en mil. \$86	Meilleur estimé en \$86
ACTIVITES DE PRODUCTION			
1) Etudes salaires/risque:			
Marin & Psacharopoulos (1982)	manuels	[2.7 , 3.1]	2.9
	non-manuels	9.0	
Dillingham (1985)		[2.1 , 5.8] [2.1 , Occ. , Ind. , Occ./Ind. , 5.8]	2.5
-----			
2) Etudes de marché aléatoire:			
Jones-Lee, Hammerton & Philips (1985)		[1.6 , 4.4]	3.0
-----			
ACTIVITES DE CONSOMMATION			
3) Etudes de marché sur les consommateurs:			
Ippolito & Ippolito (1984)		[0.24 , 1.26]	0.52

\* Source: Fisher et al. (1989)

Dans la plupart des modèles présentés jusqu'à présent, on s'est attardé surtout à l'évaluation du risque de mortalité (ou de blessures) "courant", c'est-à-dire dont les effets se font sentir dans l'immédiat. Ainsi, les études examinées précédemment ont fait abstraction de la composante intertemporelle, puisqu'elles ne considèrent que les modèles à une période. Cependant, il arrive bien souvent qu'il y ait un certain intervalle de temps qui s'écoule entre le moment de l'exposition au risque et l'apparition d'un changement plus ou moins perceptible dans notre condition de santé. On retrouve cette situation, notamment à l'intérieur d'un contexte environnemental, où l'exposition prolongée à certains agents cancérigènes ou déchets nucléaires peuvent avoir des effets néfastes sur la santé des membres de la génération courante; de même que sur celle des individus des générations futures. Aussi, lorsque les autorités gouvernementales doivent se prononcer en matière de politiques environnementales; ils doivent trouver une façon d'être en mesure de pouvoir évaluer sur une base comparable, les bénéfices associés à un projet qui réduit les risques sur notre santé maintenant et celui réduisant les risques dans le futur. Plus précisément, si l'on formule toute cette problématique en une question à laquelle nous tenterons de répondre, ce sera la suivante: Quel taux d'escompte doit-on utiliser pour évaluer les réductions futures dans le risque de mortalité?

Mais avant de s'attaquer à ce problème, il convient de mentionner un article de W. Brian Arthur (1981), qui a été un des premiers à proposer un modèle théorique nous permettant d'élucider cette question, et à partir duquel il a été possible de dériver une expression théorique du taux d'escompte individuel. Aussi, commencerons-nous par établir un bref exposé du modèle d'Arthur, avant de poursuivre avec les

modèles d'estimation du taux d'escompte que l'on est tenu d'utiliser lorsque l'on veut évaluer la vie humaine pour un risque de long terme.

IV.- MODELE NEOCLASSIQUE DU CYCLE DE VIE D'ARTHUR

Arthur (1981), apporte une nouvelle dimension au problème qu'est l'évaluation de la vie, puisqu'il nous propose un modèle plus complet en équilibre général, qui nous permettra d'avoir non pas un regard sur un marché unique, mais plutôt une vue d'ensemble sur tous les marchés. On sera ainsi en mesure de mieux comprendre de quelle façon se forme les interactions entre ces marchés. En se basant sur la théorie du cycle de vie<sup>5</sup>, il a su démontrer comment un risque de court terme ou de long terme pouvait affecter la durée de notre vie. Son modèle incluant les transferts économiques qui se produisent entre les générations, nous permettra d'évaluer le risque en plusieurs points de notre cycle de vie.

Son modèle néoclassique, basé sur la théorie du cycle de vie, nous permet d'évaluer la valeur d'une vie, s'il y a une variation dans le risque de mortalité à un certain âge spécifique. Au départ, tout individu rationnel possède une fonction d'utilité. Au cours de sa vie, il cherchera à trouver le plan de consommation optimal dont il aura besoin pour chaque niveau d'âge "x" et qui maximisera son espérance d'utilité. Il possède aussi une fonction de fertilité et une fonction de force du travail qui dépendent de l'âge. Cependant, lorsque survient une variation dans la probabilité de survie " $\delta p(x)$ ", étant en équilibre général, il y aura inévitablement une modification dans les fonctions mentionnées précédemment, puisque tout son bien-être vient d'être changé. Supposons qu'il y ait une réduction dans le risque de mortalité à tous les âges (donc une augmentation dans la probabilité de survie), alors tout individu qui bénéficiera de cette extension dans la durée de sa vie pourra profiter plus longtemps de tous les plaisirs que la vie pourra lui

-----  
5.- Au cours de la vie, un individu ne gagnera pas un niveau de revenu constant. Son flux de revenu sera appelé à varier constamment (par exemple à la retraite, il y aura moins d'entrées d'argent). Aussi, lorsqu'il doit choisir ses plans de consommation et d'épargne, la théorie du cycle de vie stipule que le choix

offrir. Son utilité "U", sa consommation "C" (dépenses en biens de consommation ou en biens de santé par exemple), ses années de labeur sur le marché du travail "L", de même que ses années de fertilité "v" seront prolongées. Il y aura une réallocation dans le temps de toutes ces variables. Examinons de façon analytique comment cette situation peut-elle être décrite:

- La fonction d'utilité en surplus (ou en extra):

$$U_{ex} = \int_0^w U[c(x), x] \cdot \delta p(x) dx$$

où c = consommation;

x = âge;

p(x) = fonction de survie;

w = borne supérieure à la durée de la vie.

- La fonction de consommation en surplus:

$$C_{ex} = \int_0^w e^{-gx} \cdot c(x) \cdot \delta p(x) dx$$

où  $e^{-gx}$  = terme d'escompte;

g = taux (constant) de croissance de la population.

- La fonction représentant la force du travail en surplus:

$$L_{ex} = \int_0^w e^{-gx} \cdot \lambda(x) \cdot \delta p(x) dx$$

où  $\lambda(x)$  = liste des âges des individus que l'on trouve sur le marché du travail.

- La fonction de fertilité en surplus:

-----

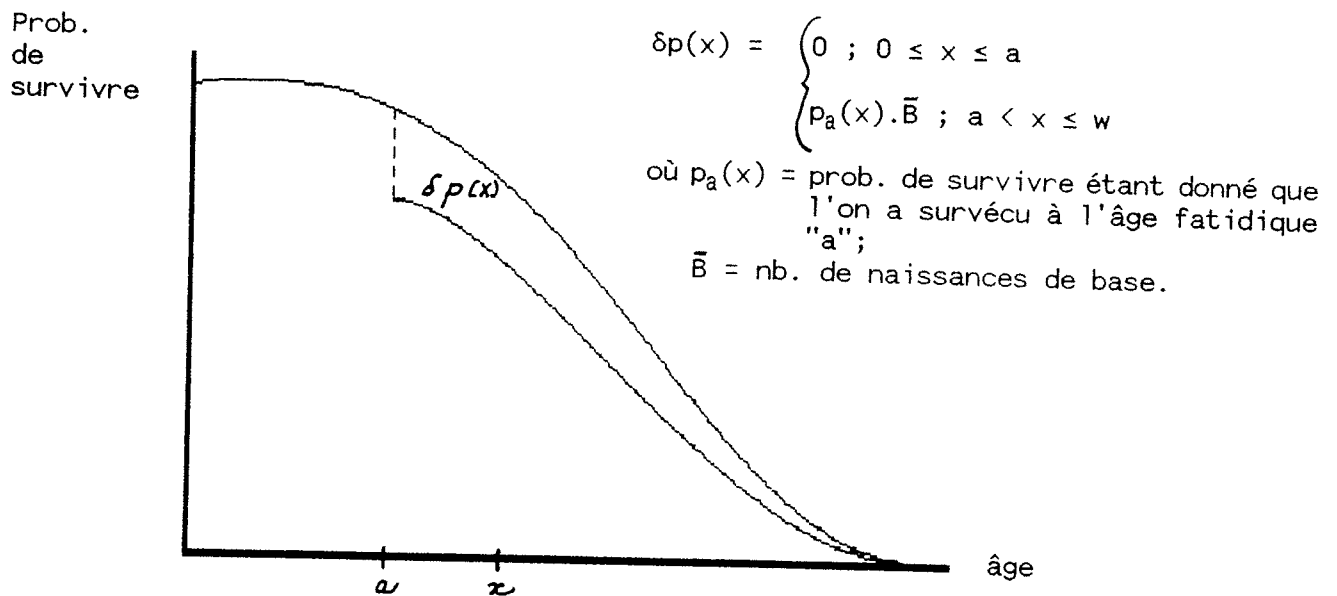
de ces plans devra dépendre du flux de revenu anticipé au cours de sa vie, plutôt que d'un flux constant.

$$v_{ex} = \int_0^w e^{-\rho x} \cdot m(x) \cdot \delta p(x) dx$$

où  $m(x)$  = naissances

Une fois que l'on a défini ces équations de base du modèle néoclassique, il est maintenant possible d'examiner le cas particulier d'une petite variation dans

Figure 2.- Fonction de survie s'il y a une augmentation dans la mortalité à l'âge "a".



le risque de mortalité à un âge spécifique "a" (voir figure 2). On pourra évaluer la valeur de la vie, c'est-à-dire de trouver le montant qui compensera un certain nombre total de personnes à risque, voulant se débarrasser d'une augmentation dans leur probabilité de mourir à un âge spécifique "a". Le résultat sera donné par le critère du bien-être social équivalent (SWE) exprimé ainsi:

$$SWE = \int_a^w U_{ex} \cdot dx + \frac{du}{dc} \int_a^w e^{-\rho x} [F_L \cdot L_{ex} - C_{ex} + \beta \cdot v_{ex}/A_m] dx \quad (4)$$



où  $F_L$  = productivité à la marge du travail.

Dans notre cas, lorsque l'on veut évaluer une vie, Arthur nous a fait prendre conscience que la durée de la vie qui nous reste à vivre est aussi un élément prépondérant à considérer, tout autant que le risque lui-même.

Pour pousser l'analyse un peu plus loin, Arthur a aussi examiné dans son article, ce qui se produisait lorsque l'on permettait à la fonction d'utilité d'être indépendante de l'âge, et de dépendre plutôt de la consommation. Il a voulu ainsi comparer l'utilité qu'un individu retirait de quelques années en surplus de vie,  $U$  et l'utilité que l'on retirait d'une consommation additionnelle,  $U_c$ . Pour rendre l'analyse plus facile, il s'est servi du terme d'élasticité  $\epsilon = dU/dc \cdot C/U(c)$ , comme approximation du taux de substitution entre ces deux utilités. En réarrangeant l'équation (4) du bien-être, chaque individu évaluera les changements de mortalité à l'aide du critère de l'équivalent en consommation (CE), qui est donné comme suit:

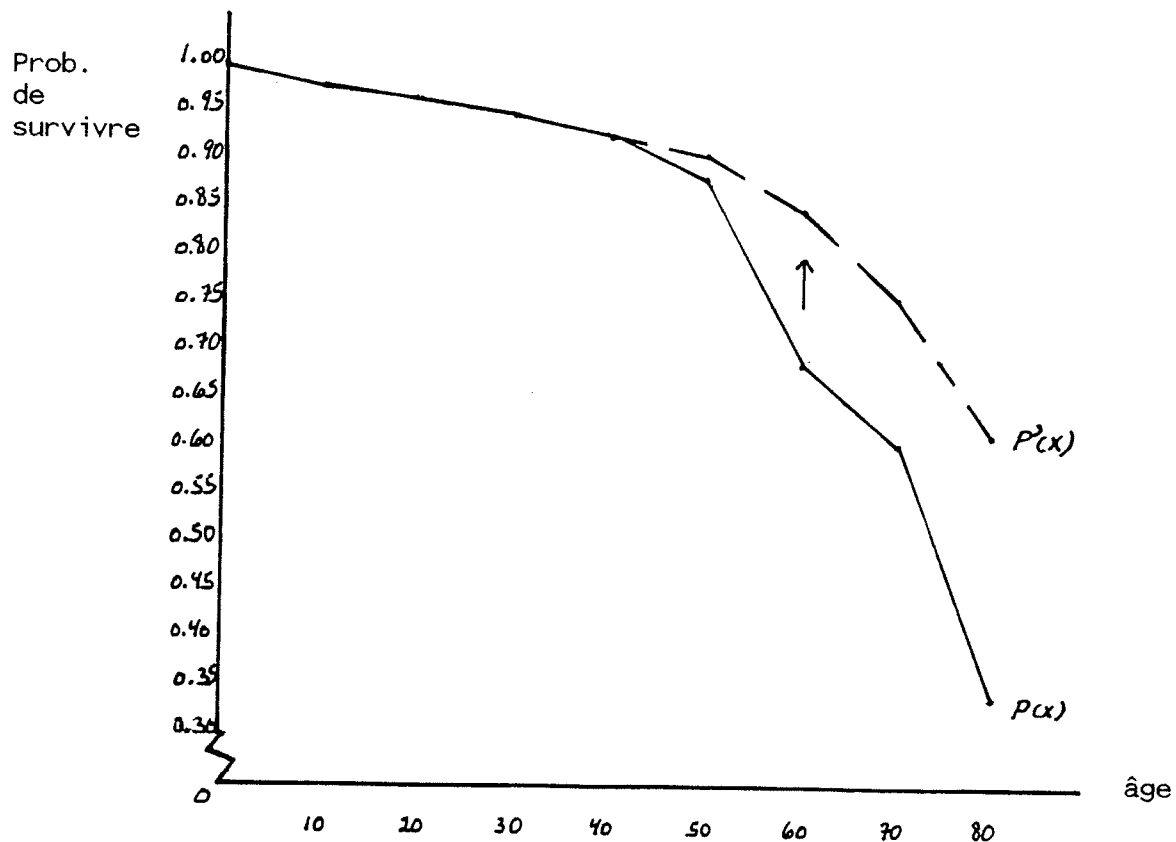
$$CE(\delta p) = \frac{(1 - \epsilon) \cdot C_{ex} + wL_{ex} + \beta/A_m \cdot V_{ex}}{\epsilon} \quad (5)$$

On pourra expliquer ce qui motive réellement notre utilité, puisque lorsque  $\epsilon = 0$ , l'utilité provenant d'une prolongation dans la vie, dépend seulement du fait d'être en vie. C'est en général ce qui caractérise notre société occidentale où il y a abondance de ressources. Par contre, lorsque  $\epsilon = 1$ , les considérations en consommation surpassent les années de vie additionnelles, c'est-à-dire que l'utilité ne dépend pas du fait de vivre, mais plutôt de la consommation. C'est ce qui se produit dans les sociétés plus pauvres, où il faut se battre constamment pour

survivre. Ces dépenses de consommation additionnelles devront être supportées bien souvent par les gains provenant du travail des plus jeunes.

Pour mieux comprendre cette équation, examinons la situation suivante: Quelle serait l'évaluation qu'aurait l'élimination aux E-U des maladies cardiovasculaires sur les individus? (Voir figure 3). Le montant équivalent en terme de consommation, dépend tout d'abord de l'élasticité. Pour  $\epsilon = 1.0$ , le montant est de 9 400\$ et pour  $\epsilon = 0.4$ , le montant est de 73 400\$.

Figure 3.- Variation dans la fonction de survie causée par l'élimination des maladies cardiovasculaires.



V.- MODELES D'ESTIMATION DU TAUX D'ESCOMPTE

## A) Le marché du travail

Tel qu'il a été mentionné antérieurement, la plupart des études faites en ce qui concerne l'estimation de la volonté de payer d'un individu, mettent plutôt l'emphase sur le risque courant. Mais lorsqu'il subsiste un écart entre le moment de l'exposition au risque et l'effet provoqué par ce risque, l'évaluation de ce risque de long terme est quelque peu compliqué. La résolution de ce problème consiste à déterminer le taux de préférence dans le temps à utiliser pour escompter les pertes et les bénéfices en santé.

Arthur (1981) a présenté un cadre théorique pour évaluer les risques de long terme pouvant affecter notre santé, afin de nous permettre de prendre des décisions concernant les choix que tout travailleur est amené à faire à l'intérieur de son emploi risqué.

Les auteurs Moore et Viscusi (1990) ont pour leur part présenté plusieurs modèles servant à calculer empiriquement les taux d'escompte des risques de long terme sur la santé, lorsque l'on se situe sur le marché du travail. Il s'agit des modèles de formes réduites et structurées de Markov.

### 5.1 Modèle de forme réduite

C'est dans un article datant de 1988, que Moore et Viscusi ont utilisé ce genre de modèle très simple; étant donné le peu d'hypothèses requises pour son établissement. L'attrait principal que l'on peut retenir de ce modèle, est l'imposition d'un poids à la mesure du risque de mortalité. Pourquoi a-t-on jugé utile de rajouter ce poids? Parce que normalement, lorsque survient le décès d'une

personne que nous qualifierons de "jeune", l'utilité qu'elle perd suite à sa disparition, est beaucoup plus grande que celle d'un individu "âgé" et qui a déjà passablement vécu. En effet, puisque l'on se situe sur le marché du travail, on peut penser au revenu perdu et à toutes ces choses qu'une jeune personne aurait pu s'acheter si elle vivait encore. C'est ce que l'on a voulu mettre en évidence en introduisant un poids représentant le nombre d'années perdues dans notre vie escomptée. Donc, la durée de la vie escomptée (en terme d'années) constitue un nouvel élément clé dans l'analyse de la valeur de la vie humaine.

Leur étude a été réalisée à partir de données portant sur un échantillon de 317 travailleurs (chefs de ménages non-fermiers, qui ne sont pas leurs propres patrons et travaillant plus de 20 heures par semaine), en 1977. Plus précisément, les données proviennent d'une étude réalisée sur la qualité de l'emploi, produite par l'Université du Michigan.

On s'est servi de données socio-économiques pour expliquer l'équation classique des salaires définie comme suit:

$$W = a Z + \alpha \cdot p \cdot \frac{[1 - e^{-rR}]}{r} + \epsilon \quad (6)$$

où W = variable dépendante, représentant le taux de salaire horaire, après taxe.

On a utilisé le salaire après taxe, puisque c'est ce qui est nécessaire au travailleur pour prendre des décisions, et de plus, on peut ainsi mettre sur une base comparable les bénéfices en compensation et les salaires. Sinon, il y aura des erreurs dans la variable dépendante;

Z = tous les autres déterminants du salaire;

$p$  = variable utilisée pour désigner soit 1) le risque de mortalité par 100 000 travailleurs; 2) le taux d'accidents non-fatals entraînant au moins la perte d'une journée de travail par 100 travailleurs et 3) variable auxiliaire représentant la perception du hasard c'est-à-dire, l'évaluation personnelle qu'a le travailleur au sujet des conditions de travail.

On possède donc 3 mesures du risque pour parfaire notre analyse.

Puisque l'intérêt principal des deux auteurs a été de démontrer l'importance que pouvait avoir la durée de notre vie; l'information sur l'âge, la race, le sexe et les données sur le nombre d'années qu'il reste à vivre que l'on trouve dans les tables de vie est utilisée pour calculer les années qu'il reste à vivre du travailleur "i", soit " $R_i$ ". Le nombre d'années qu'il reste à vivre escompté et pondéré<sup>6</sup> par la probabilité de fatalité " $p$ ", nous donnera la durée de la vie perdue en terme d'années anticipées:

$p \cdot (1 - e^{-rR})/r$  où  $r$  = taux de préférence dans le temps du travailleur;

Cette dernière variable est la plus importante et on l'a incluse dans l'équation des différences compensatoires en tant que régresseur, afin de mieux pouvoir analyser quel sera l'impact d'un changement dans la longueur de la vie qu'il nous reste à vivre sur les salaires.

Pour estimer le modèle de base, on s'est servi des méthodes d'estimation non-linéaires, soit les moindres carrés non-linéaires pondérés, puisque la variable de

-----  
6.- Notons que la pondération sert de moyen de contrôle de l'hétéroscédasticité présente dans le terme d'erreur, puisque les gens n'ont pas les mêmes préférences.

risque qui nous intéresse n'est pas une fonction linéaire du taux d'escompte. Les résultats empiriques (avec ou sans pondération) découlant du modèle des salaires, corroborent ceux que l'on retrouve dans la littérature portant sur les différences compensatoires. De façon plus explicite, les variables telles l'éducation, le fait d'être syndiqué ou encore d'habiter une zone urbaine ont un effet positif sur les salaires. Mais les résultats les plus intéressants portent sur les coefficients de la variable "p" de taux de blessures (positif), et le taux d'escompte implicite du travailleur (positif). On remarque l'apport important à l'intérieur du modèle, de la pondération, puisque le taux d'escompte est passé de 9.6% (sans pondération) à 12.2% (avec pondération).

## 5.2 Modèles de forme structurée

Le prochain modèle présenté par Viscusi et Moore (1989) pour estimer le taux d'escompte (du travailleur), est un modèle de forme structurelle composé de plusieurs équations dont le but est de pouvoir mieux expliciter la théorie. Bien qu'il y ait déjà eu des modèles théoriques à plusieurs périodes permettant de bien capturer l'aspect intertemporel des risques susceptibles d'avoir des effets néfastes sur notre condition de santé dans la littérature, l'étude qu'ils proposent constitue en soi une nouveauté, puisque jusqu'à présent aucun de ces modèles ne pouvait être testé de façon empirique. C'est la seule étude à avoir réuni à la fois dans un même cadre, la structure théorique au problème du risque (sur le marché du travail) à l'analyse empirique. Ainsi, leur modèle diffère-t-il de celui de leur étude de 1988, parce que l'on ne se contente pas d'estimer purement et simplement une équation de salaire, à l'intérieur de laquelle on retrouve une variable de risque, mais on a plutôt élaboré une forme fonctionnelle représentant la courbe d'indifférence du travailleur.

A chaque période, tout individu est confronté au choix du risque de mortalité, où "p" représente la probabilité constante de mourir et "1 - p" la probabilité de survie. S'il éprouve une aversion pour le risque, alors sa fonction d'utilité rencontre les hypothèses habituelles de base, soit  $dU/dx > 0$  (utilité marginale positive) et la dérivée seconde est négative (concavité de la fonction d'utilité). La structure théorique de notre modèle nous mène à un problème de choix décisionnel de Markov à horizon temporel infini. Il doit choisir le niveau de risque optimal, "p<sub>j</sub>" dans un emploi "j" qui maximise son espérance d'utilité anticipée qui dépend des salaires:

$$\text{Max.}_{p_j} V = \{ U[w(p_j)] \cdot (1 - p) \cdot \sum_{t=1}^{\infty} [\beta(1 - p)]^{t-1} \} \quad (7)$$

où  $\sum_{t=1}^{\infty} [\beta(1 - p)]^{t-1}$  = somme des facteurs d'escompte pondérés par la probabilité de survivre.

Ce dernier terme peut être réécrit comme étant  $1/[1 - \beta(1 - p)]$ .

La solution optimale nous est donnée en résolvant la condition de premier ordre à ce problème de maximisation:

$$dV/dp_j = 0 \text{ si et seulement si } dw/dp_j = \frac{U}{U'} \cdot \frac{1}{(1 - p) \cdot (1 - \beta)} \quad (8)$$

C'est l'équation représentant le taux de substitution entre le salaire et le risque ou prix implicite du risque qui nous donne une forme fonctionnelle de la courbe d'indifférence du travailleur. En faisant des hypothèses sur la forme de la fonction



d'utilité, on pourra obtenir une équation estimable du taux de substitution impliquant des données observables. C'est à partir de ce résultat important que l'on dérivera notre modèle empirique à deux équations, soit le taux de substitution  $W_p$  et l'autre étant le locus des opportunités du marché,  $W(p_j)$  qui constitue une contrainte pour le travailleur.

Alors si la fonction d'utilité est égale à:

$U = (w^c - 1)/c$  où "c" est un paramètre servant à mesurer la courbure de la fonction d'utilité dépendamment de l'aversion au risque du travailleur. Si "c"  $\rightarrow 1$ , la dérivée seconde de la fonction d'utilité exhibe un signe nul et le travailleur est neutre au risque, mais le cas qui nous intéresse et que nous allons traiter est celui de l'aversion au risque où la dérivée seconde de la fonction d'utilité est de signe négatif lorsque "c"  $\rightarrow 0$  et où l'utilité prendra une forme logarithmique (concave). Après simplifications et manipulations, l'expression théorique du prix implicite du risque (8) deviendra une équation estimable:

$$w_i^c = (1 - \beta) \cdot (1 - p_i) dw_i^c / dp_j + bX^d + \epsilon$$

Et pour "c"  $\rightarrow 0$ , on aura:

$$\ln w_i = (1 - \beta) \cdot (1 - p_i) d \ln w_i / dp_j + bX^d + \epsilon \quad (9)$$

où  $X^d$  = variable observable qui capture les différences dans les goûts des individus;

i = représente la nature individuelle de la fonction d'utilité.

On remarque dans l'équation (9), la présence du terme de prix implicite du risque estimé à partir d'une fonction de salaire standard.

Puisque les individus n'ont pas tous, les mêmes préférences, alors on a fait varier le terme du taux d'escompte  $1 - \beta$  qui correspond à  $r / (1 + r)$  (ou bien  $\beta = 1 / (1 + r)$ ), avec les différences dans le niveau d'éducation, "E" de la façon suivante, pour ensuite l'inclure dans l'équation (9):

$$1 - \beta = (1 - \beta)_0 + \beta_1 E$$

Pour résumer la situation, reprenons la procédure suggérée pour estimer le taux d'escompte:

- 1) Trouver une valeur pour le taux marginal de substitution entre le salaire et le risque, à partir d'une équation de salaire;
- 2) Puis de là étant, se servir de ce taux comme régresseur dans l'équation (9).

Après avoir récolté toutes les données nécessaires à l'analyse empirique, soit un échantillon de 1 463 observations, composées des caractéristiques démographiques et économiques usuelles, et respecté l'hypothèse que la courbe d'indifférence du travailleur est tangente à l'équilibre avec le locus des opportunités de marché, on sera en mesure de trouver les valeurs prépondérantes de notre modèle. Dans un premier temps, on a estimé les coefficients de la régression de l'équation de salaire standard qui ont performé de façon adéquate.

Ensuite, on a estimé les coefficients de l'équation (9) à partir de laquelle il a été possible de trouver un taux d'escompte  $r = 10.7\%$  significatif statistiquement, pour un niveau d'éducation moyen de 12.9 années.

Pour compléter ces résultats, on a aussi calculé la valeur du paramètre "c" mesurant le degré d'aversion au risque du travailleur. On a trouvé qu'effectivement, il y avait aversion au risque puisque  $c = 0.3$ .

Il existe d'autres nouvelles méthodes pour estimer le taux d'escompte, qui ont été traitées par les mêmes auteurs dans leur article de 1990. Bien que l'on retrouve certains points de similitude entre-elles, puisqu'en fait elles ne sont que des variantes du modèle structurel présenté précédemment, la différence provient principalement de la procédure d'estimation utilisée.

La première approche, se servira de ce que l'on appellera le "modèle structurel avec des restrictions sur le locus des opportunités de marché". La démarche présentée incorpore l'information que l'on a du prix implicite du risque dans l'équation conventionnelle des salaires. A première vue, cela peut ressembler à la méthodologie employée dans leur étude de 1989, mais il faut mentionner que c'est l'expression théorique et non empirique du prix implicite, soit l'équation (8), que nous avons substitué dans notre équation de salaire. Cela nous donnera un modèle estimable de la forme suivante:

$$W = aZ + U/U' \cdot [1 / (1 - p) \cdot (1 - \beta)] \cdot p + \epsilon \quad (10)$$

La deuxième méthode, soit celle du "modèle structuré de Markov intégré", suggère aussi d'estimer une équation de salaire non sans avoir auparavant intégré l'équation (8) du trade-off entre le risque et les salaires:

$$W = aZ - U/U' \cdot \ln(1 - p) / (1 - \beta) + \epsilon \quad (11)$$

C'est l'équation à estimer.

La valeur du taux d'escompte que l'on a trouvé pour ces deux modèles précédents est de 1%.

Jusqu'à maintenant, nous avons présenté divers modèles servant à estimer les taux auxquels les travailleurs sur le marché du travail évaluent la longueur de leur vie, à partir de modèles réduits et structurels. La plupart de ces modèles semblent se ressembler à première vue, mais les contrastes que l'on peut y observer proviennent essentiellement de la façon dont les hypothèses et le problème de choix du travailleur sont formulés.

Si l'on se réfère au tableau no.- (2), où l'on a reporté les différents modèles, on voit que les valeurs que peuvent prendre le taux d'escompte se trouvent comprises selon les modèles dans l'intervalle allant de 1% à 12%. Notons que cet intervalle est relativement étroit, en comparaison avec les autres études existantes dans la littérature.

On peut se demander s'il existe des facteurs pouvant nous donner une certaine lueur sur la variabilité de ce paramètre. En se reportant à l'article de Viscusi et Moore (1989) où le taux d'escompte est fonction du niveau d'éducation atteint par le travailleur; plus ce dernier possède plusieurs années de scolarité, plus le taux auquel il escomptera ses années de vie future sera faible. Les travailleurs ne possédant que 8 années de scolarité ont un taux d'escompte d'environ 15% alors que ceux ayant terminé leurs études au collège ont un taux se chiffrant à 5.5%. Quelle est la cause de cette situation, nous demanderons-nous? Certains ont avancé que les individus à faible taux sont ceux qui sont le plus portés à investir dans l'éducation parce qu'à leurs yeux l'évaluation future qu'ils se font des rendements sur l'éducation est beaucoup plus élevée, que ceux ayant un taux élevé. Autrement dit, les préférences personnelles des individus sont pour beaucoup dans ce choix.

Tableau 2.- Présentation des modèles, des résultats des taux d'escompte et de la valeur de la vie.

Etudes	Modèles	
Moore & Viscusi (1988)	Forme réduite: $W = aZ + \frac{\alpha p \cdot [1 - e^{-rR}]}{r} + \epsilon$	
Viscusi & Moore (1989)	Forme structurée: $W = aZ + \alpha p$  $\ln w_i = \frac{[(1 - \beta)_0 + \beta_1 E] \times (1 - p_i) d \ln w_i / dp_j}{bX^d + \epsilon}$	
Moore & Viscusi (1990)	Forme structurée: $W = aZ + U/U' \cdot [p/(1 - p) \cdot (1 - \beta)] + \epsilon$ avec restrictions	
	Forme structurée: $W = aZ - U/U' \cdot \ln(1 - p)/(1 - \beta) + \epsilon$ intégrée	
-----		
Etudes	Taux d'escompte	Valeur de la vie humaine (mil. \$1989)
Moore & Viscusi (1988)	[9.6% , 12.2%]	1.8
Viscusi & Moore (1989)	10.7%	7.2
Moore & Viscusi (1990)	1% (pour les 2 modèles)	-

\* Source: Moore et Viscusi (1990)

Puisque l'application la plus formelle de l'utilisation du taux marginal de substitution entre le salaire et le risque,  $dw/dp$  est le calcul de la valeur de la vie escomptée, on retrouve également au tableau 2, les estimés de cette valeur pour certains modèles en millions de \$ de 1989. Moore et Viscusi (1988) présentent les résultats de la valeur de la vie qui sont basés sur leur estimation de 12% du taux d'escompte. La valeur est de 1.8 millions. La valeur de l'extension de notre vie dépend bien sûr du nombre d'années qu'il nous reste à vivre et du taux d'escompte. Si on compare un travailleur auquel il reste plusieurs années à vivre et un travailleur ayant peu de temps à vivre, si on offrait à l'un ou à l'autre la possibilité d'allonger leur vie d'une seule année, le montant en valeur présente que le premier serait prêt à déboursier pour acquérir ce bénéfice serait beaucoup plus faible que le dernier. Cela reflète bien la maxime stipulant que "le temps c'est de l'argent". La valeur marginale de la vie suite à l'ajout d'une année, varie aussi en fonction décroissante du taux d'escompte, puisqu'à un taux de 12%, la valeur marginale de la vie est moindre qu'à un taux de 5%.

Viscusi et Moore (1989) ont pour leur part utilisé la valeur moyenne du prix implicite du risque de 0.0087, pour estimer le montant de 7.2 millions que seront prêts à payer en tant que groupe des travailleurs faisant face à une variation dans leur risque de mortalité. Il est bon de noter que ce résultat a été calculé à partir de l'équation de la courbe de demande (9).

Avec les résultats obtenus du taux d'escompte, il nous est donc possible de rejeter les hypothèses voulant que les individus lorsqu'ils prennent des décisions sur leur emploi, exhibent un taux d'escompte nul ou encore qu'ils accordent une attention excessive au futur, en choisissant un taux d'escompte infini.

## B) La volonté de payer et ses effets sur les générations

Dans la section précédente, on a vu que les résultats sur les taux d'escompte dépendaient en fait de plusieurs variables. On y avait présenté des modèles d'estimation du taux d'escompte pour un risque particulier, soit celui existant sur le marché du travail. Maintenant, il serait intéressant d'examiner de façon plus détaillée, comment le choix du taux d'escompte est réalisé par chaque membre d'une génération, tout en cherchant à répondre à la question suivante: Quel est le montant de la compensation que nous sommes prêts à payer maintenant afin de réduire notre probabilité de mourir plus tard dans le futur? Il serait aussi bon d'avoir une meilleure idée de ce qui différencie la volonté de payer d'un individu seul et la volonté de payer d'un individu qui doit subvenir aux besoins de sa famille. C'est à partir de l'article de Cropper et Sussman (1990), que l'on pourra avoir une meilleure idée des facteurs faisant varier le taux d'escompte, de même que la volonté de payer puisqu'elles nous présentent deux modèles particuliers, soit: le modèle de cycle de vie de la consommation et de l'épargne et le modèle intergénérationnel.

### 5.3 Modèle de cycle de vie de la consommation et de l'épargne pour escompter les bénéfices des membres de la génération courante

Avec le modèle de cycle de vie, on cherche à savoir de quelle façon il est possible d'évaluer les bénéfices pouvant sauver plusieurs vies dans le futur - mais les vies des membres d'une même génération - afin que l'on puisse les exprimer en terme de dollars d'une seule année. De plus, l'escompte des risques futurs nous permettra de voir que la valeur de la vie change systématiquement avec l'âge. Dans ce modèle de choix intertemporel, l'individu devra prendre des décisions en ce qui

concerne ses plans de consommation tant présente que future, pour chaque âge, qui maximisera son espérance d'utilité  $V_j$ :

$$V_j = \sum_{t=j}^T (1 + \rho)^{j-t} \cdot q_{j,t} \cdot U(C_t) \quad (12)$$

où  $\rho$  = taux de préférence dans le temps;

$q_{j,t}$  = probabilité de survivre jusqu'à l'âge "t" étant donné que l'on est vivant maintenant à l'âge courant "j";

$U(C_t)$  = utilité de la consommation.

Si l'on suppose qu'il y a existence de marchés de capitaux, alors l'individu pourra épargner via l'achat d'annuités actuarielles. Il sera néanmoins contraint par le fait qu'il devra repayer le montant qu'on lui aura prêté, de même qu'il ne lui sera pas permis de mourir endetté. Afin d'éviter tous ces problèmes, on a donc imposé comme contrainte, que la valeur présente de la consommation anticipée ( $c_t$ ) soit égale à la valeur présente des gains au cours de notre vie ( $y_t$ ), plus la richesse initiale ( $W_j$ ), soit:

$$\sum_{t=j}^T q_{j,t} (1+r)^{j-t} c_t = \sum_{t=j}^T q_{j,t} (1+r)^{j-t} y_t + W_j \quad (13)$$

Généralement, la volonté de payer d'un individu à l'âge "j" pour un changement dans sa probabilité conditionnelle de mourir à l'âge "k", soit  $D_k$ , est donnée par le terme suivant :

$$WTP_{j,k} = \frac{-dV_j / dD_k}{dV_j / dW_j} \cdot dD_k$$



où l'on observe que le premier terme à droite de l'équation, constitue le taux auquel un individu est prêt à substituer de la richesse pour le risque, c'est ce que l'on appelle la valeur de la vie.

La résolution de notre problème de maximisation sous contrainte, nous donnera le plan de consommation optimal au cours de notre vie. Les conditions de premier ordre impliquent que la WTP doit être escomptée au taux d'intérêt de la consommation " $\delta_t$ ", qui correspond au taux de substitution entre la consommation présente et la consommation future. Puisque l'on cherche principalement à expliquer quelle sera la volonté de payer d'un individu à l'âge "j" pour avoir une réduction dans son risque futur de mortalité à l'âge "k", encore une fois, on remarque l'importance que peut avoir le taux d'escompte dans cette situation. Lorsqu'en effet le risque affecte un individu de la même génération, alors ce que le modèle de cycle de vie nous dit à propos de l'escompte intragénérationnel, est que ce qu'il sera prêt à payer maintenant à l'âge "j" pour réduire sa probabilité de mortalité dans le futur à l'âge "k" ( $WTP_{j,k}$ ) équivaudra à ce qu'il sera prêt à payer dans le futur pour une diminution dans le risque courant ( $WTP_{k,k}$ ), escompté au présent, au taux d'intérêt de la consommation. De façon plus explicite:

$$WTP_{j,k} = \Gamma_{j,k} WTP_{k,k} \quad \text{où } \Gamma_{j,k} = \prod_{t=j}^{k-1} 1/(1 + \delta_t), \text{ représente le facteur d'escompte}$$

que l'on multiplie à  $WTP_{k,k}$  pour obtenir sa  
valeur présente  $WTP_{j,k}$ . (14)

-----  
7.- WTP est l'abréviation de "willingness to pay".

Maintenant, si on relâche l'hypothèse de l'existence d'un marché de capital parfait, bien que dans ce cas particulier les résultats d'escompte ne changent pas, il serait intéressant de voir, quelles modifications cela apporterait-il à notre modèle. Tout d'abord, on devrait préciser qu'étant donné l'impossibilité d'épargner via l'achat d'annuités, un individu pourra toujours prêter ou emprunter au taux d'intérêt sans risque "r" avec cependant comme restriction qu'il ne peut consommer plus que ce qu'il gagne dans le présent. Afin d'éviter tout problème d'insolvabilité, notre individu devra être limité par une contrainte de richesse non-négative. La valeur présente escomptée de la richesse est donnée par:

$$W_j + \sum_{k=j}^t (y_k - c_k) \cdot (1 + r)^{j-k} \geq 0 \quad \text{où } t = j, \dots, T \quad (15)$$

Il ne pourra pas être un emprunteur net.

Encore une fois, la volonté de payer pour un risque pouvant nous frapper plus tard dans le futur, sera escomptée au taux d'intérêt de la consommation. Cependant, ce taux de consommation sera plus grand que le taux du marché dans les premières années de notre vie, puisque notre consommation sera contrainte par le revenu. Il préférera consommer plutôt que de prêter ou d'emprunter. S'il n'est pas contraint par sa richesse, le taux d'intérêt de la consommation  $\delta_t$  sera égal au taux d'intérêt du marché  $r = 5\%$ .

Au tableau 3, on retrouve les résultats du taux d'escompte, de même que les facteurs d'escompte correspondants à utiliser, pour escompter la volonté de payer pour un risque courant  $WTP_{k,k}$  à l'âge de 18 ans, selon les divers âges. On a supposé que le taux de préférence dans le temps  $\rho$  est égal au taux d'intérêt du marché  $r$  (= 5%). Pour trouver les valeurs possibles du taux d'intérêt de la consommation  $\delta_t$

Tableau 3.- Résultats des taux d'escompte ( $\delta_k$ ) et facteurs d'escompte ( $\Gamma_{j,k}$ ) par âge, pour escompter la  $WTP_{k,k}$  à l'âge de 18 ans, pour  $\rho = r = 5\%$ .

Age "k"	CAS AVEC ANNUITES		CAS SANS ANNUITES	
	Contrainte de richesse			
	Contraignante		Non-Contraignante	
	$\Gamma_{18,k}$	$\delta_k$	$\Gamma_{18,k}$	$\Gamma_{18,k} = (1+r)^{18-k}$ = éq. (14)
18	1.000	$\delta_k > r = 5\%$	0.124	1.000
25	0.701		0.106	0.462
35	0.424		0.082	0.187
40	0.328		0.050	0.136
50	0.193	0.050	0.084	0.210
60	0.105	0.050	0.051	0.129

\* Source: Cropper et Sussman (1990)

et des facteurs d'escompte  $\Gamma_{j,k}$ , lorsque la contrainte de richesse est contraignante, on a calculé la solution au problème de cycle de vie de la consommation, après avoir défini une fonction d'utilité isoélastique de la forme suivante:  $U(c) = c^\beta$ . On remarque que les individus sont contraints par leur revenu, jusqu'à l'âge d'environ 38 ans; c'est-à-dire que  $\delta_{18} = 12.4\% > r = 5\%$ . On a procédé de la même façon, pour calculer les facteurs d'escompte lorsque les marchés de capitaux sont parfaits. Lorsque la contrainte de richesse n'est pas contraignante, la situation est simplifiée, puisque le facteur d'escompte a pu être calculé directement à partir du

marché des taux d'intérêt, par l'équation (14). Il est aussi intéressant de voir que pour différentes valeurs du taux de préférence dans le temps, allant de 3% à 7%, le taux d'escompte,  $\delta_t$  suit un mouvement à la hausse. En effet, pour un même âge donné, soit 18 ans,  $\delta_t = 0.103$  pour un taux de 3% et 0.146 pour un taux de 5%. Plus notre taux est élevé, plus on évalue hautement notre vie. De plus, à 3% la consommation est limitée jusqu'à l'âge de 26 ans et à 5% elle est limitée jusqu'à l'âge de 47 ans.

Pour illustrer notre modèle, examinons ce qui se produit lorsque l'on introduit des programmes environnementaux visant à réduire l'exposition prolongée à des agents cancérigènes, tel l'amiante. Si l'on suppose que l'âge moyen d'exposition à l'amiante est 40 ans et qu'il y a une période de latence de 20 ans, c'est-à-dire que l'apparition de cellules cancéreuses ne se produit qu'après plusieurs années, alors l'âge à risque sera 60 ans. L'évaluation des bénéfices provenant de la réduction de l'exposition à l'amiante touchant les gens qui sont vivants à ce moment, devra être faite en utilisant la mesure suivante:  $WTP_{j,k} = WTP_{40,60}$ . Même si l'âge où l'on est en contact avec le risque est 40 ans, on ne peut pas mesurer les vies sauvées en se servant de la  $WTP_{40,40}$ . La bonne méthodologie consiste à observer ce que la personne à risque sera prête à payer à l'âge de 60 ans, soit  $WTP_{60,60}$  au moment de l'apparition de la maladie, ramené à la valeur présente en utilisant le facteur d'escompte approprié, soit  $\Gamma_{j,k} = \Gamma_{40,60}$ .

Empiriquement, on observe que si on prend un individu ayant 40 ans et un autre ayant 60 ans maintenant dans le présent, la volonté de payer pour une réduction dans le risque courant à l'âge "k",  $WTP_{k,k}$  diminue de 30% à l'âge de 60 ans. Pourquoi en est-il ainsi? Et bien à 40 ans, étant donné que l'on a beaucoup de temps devant soi,

et que l'on est encore jeune, on a une plus grande volonté de payer ( $WTP_{40,40} = 2.28$ )<sup>8</sup> afin d'éviter le risque de mortalité, qu'à l'âge de 60 ans ( $WTP_{60,60} = 1.60$ ), lorsque le nombre d'années de vie que l'on peut sauver est restreint. De plus, quand le facteur d'escompte  $\Gamma_{40,60}$  est appliqué à la  $WTP_{60,60}$ , la volonté de payer est réduite de 74%.

#### 5.4 Modèle intergénérationnel pour escompter les bénéfices des membres des générations futures

On a vu que chaque individu à l'intérieur de chaque génération escomptait les bénéfices futurs pouvant sauver des vies, au taux d'intérêt de la consommation, dans un contexte de cycle de vie. Cependant, ce modèle de cycle de vie ignore un fait important, lorsque l'on veut étendre notre analyse à un membre chef de famille, ayant à sa charge des dépendants. En effet, lorsque l'on veut escompter les bénéfices futurs, affectant les membres des générations à venir<sup>9</sup>, les membres de la génération courante - s'ils ont à coeur le bien-être de leurs descendants, - devront inévitablement tenir compte, lors de la maximisation de leur propre bien-être des risques pouvant affecter plus tard leur progéniture. Chaque chef de famille devra en quelque sorte avoir une planification de long terme. Faisant abstraction de tout ceci, le modèle conventionnel de cycle de vie, n'est d'aucune utilité, lorsque vient le temps de mesurer la volonté de payer d'un parent face à ses enfants<sup>10</sup>. Aussi, avons-nous utilisé un modèle intergénérationnel pour évaluer les risques des générations futures. Ce modèle devra tenir compte du fait que le membre de la génération présente, vit à travers son ou ses descendants. En transférant une partie

-----  
8.- Ces valeurs sont en millions de \$ de 1985.

9.- Les déchets nucléaires sont des matières dont les effets néfastes peuvent durer de longues années, et ainsi brimer la qualité de vie des générations futures.

de ses biens à ses descendants, l'individu de la génération courante (qu'il soit mort ou vivant) apporte une augmentation dans son bien-être. De plus, s'il est vivant, ses descendants faisant partie de la force du travail seront en mesure de payer sa consommation par leur revenu gagné. Puisque l'existence de la famille semble être une variable importante, le modèle devra inclure pour chaque génération, en plus de l'utilité de la consommation du chef de famille, la fonction d'utilité de la consommation des dépendants.

Dans le modèle intergénérationnel, chaque individu de la génération courante vit au plus deux périodes. Il y a tout d'abord la période de la jeunesse, qui se produit avec certitude où il gagne un revenu du travail  $Y_t$  et consomme une partie de ce revenu,  $C_t^Y$ . Puis, il y a l'autre période où il a atteint un plus vieil âge, où même s'il ne gagne aucun revenu, il consomme néanmoins  $C_t^0$ . Pour simplifier, on suppose que chaque membre de la génération courante "t", possède un seul enfant (génération t+1) né à la fin de la période de jeunesse de ses parents. Ainsi, s'il doit maximiser la valeur présente de son utilité composée de sa propre consommation et de celle de son enfant, il devra choisir ses niveaux de consommation,  $C_t^Y$  et  $C_t^0$  de même que le legs  $l_{t+1}$  qu'il pense laisser à son descendant de la génération suivante, tout en respectant leurs contraintes de richesse. Le problème se pose comme suit:

$$V_t(W_t) = U(C_t^Y) + \alpha(1 - p_t).U(C_t^0) + \alpha\phi\{ (1 - p_t).V_{t+1}^A(W_{t+1}^A) + p_t.V_{t+1}^D(W_{t+1}^D) \} \quad (16)$$

sujet à

-----  
 10.- Cropper et Sussman (1988) ont quand même utilisé un modèle de cycle de vie de la consommation, en imposant toutefois certaines hypothèses.

1) la contrainte de richesse de la génération suivante "t + 1" étant donné que les parents de la génération précédente "t" sont encore vivants (indice A):

$$W_{t+1}^A = Y_{t+1} + (1 + r)W_t - (1 + r)C_t^Y - C_t^0 \quad (17)$$

2) la contrainte de richesse de la génération "t + 1" étant donné que la génération "t" n'est plus (indice D):

$$W_{t+1}^D = Y_{t+1} + (1 + r)W_t - (1 + r)C_t^Y \quad (18)$$

où  $\alpha = (1 + \rho)^{-1}$  et  $\phi$  = poids attaché à l'utilité des descendants.

Les termes actualisés  $(1 + r).[W_t - C_t^Y] - C_t^0$  et  $(1 + r).[W_t - C_t^Y]$  correspondent au legs que les membres de la génération précédente "t" laisseront à leur descendant en héritage. On voit que le legs est ce qui reste à la richesse totale des parents après avoir enlevé leur consommation. Ainsi donc, la richesse totale pour chaque membre des générations "t" est donc composée de ce qu'il gagne en terme de revenu, plus le legs qu'il reçoit de ses parents ( $W_t = Y_t + I_t$ ).

Puisque le montant qu'un membre de la génération présente ( $t = 0$ ) est prêt à payer pour influencer les probabilités de survie  $(1 - p_t)$  de son descendant, n'est nul autre que ce que le descendant lui-même sera prêt à payer, escompté au présent, la solution sera donnée par l'équation suivante:

$$WTP_{0,t} = (1 + r)^{-t} \cdot \frac{\{ (1 + \rho)^{-1} \cdot [ E U(C_t^0) + \phi E(V_{t+1}^A - V_{t+1}^D) ] \}}{E V_t(W_t)} \quad (19)$$

Le premier terme représente l'utilité retirée par le membre de la génération courante lorsqu'il a atteint sa période de vieillesse divisée par l'utilité marginale de la richesse. Le deuxième terme représente bien l'altruisme qu'a la génération courante envers leurs enfants, puisque  $\phi$  est le poids qu'elle a associé à l'utilité de ses descendants. On remarque aussi l'existence des termes d'espérance, puisque du point de vue de la génération courante,  $C_t^D$ ,  $V_{t+1}^A$ ,  $V_{t+1}^D$  et  $V_t$  ne sont pas encore connus. Par cette équation, il nous est possible d'escamoter la volonté de payer d'une génération à l'autre, au taux auquel chaque génération est prête à substituer de la consommation courante pour un legs.

Grâce à cette équation, on est maintenant en mesure de déterminer les autres facteurs pouvant influencer la volonté de payer d'un chef de famille. Tout d'abord, plus le poids  $\phi$  qu'il accorde à l'utilité de son enfant est élevé, plus sa volonté de payer sera grande. Selon toute logique, une personne pour qui son enfant représente tout, fera l'impossible pour qu'il puisse avoir une vie meilleure. En second lieu, plus l'utilité que le chef reçoit venant de la consommation de ses descendants est grande quand il est vivant, soit  $V_{t+1}^A$  plus sa volonté de payer augmente. D'un autre côté, il continue aussi de percevoir l'utilité de la consommation de ses dépendants  $V_{t+1}^D$ , même après sa mort. Il sera aussi prêt à déboursier un plus grand montant d'argent, plus le bien-être des membres des générations futures est grand. Bien qu'à première vue, ce fait peut sembler être surprenant; le legs que la génération présente laissera à sa mort sera beaucoup moins grand. Si nos descendants sont plus riches que nous-mêmes, donc plus aptes à prendre soin d'eux-mêmes, les parents leur laisseront moins de biens. Les legs sont donc une fonction inverse du niveau de revenu de la génération future.



Maintenant, si l'on prend deux individus: une personne seule, sans enfant et une personne ayant à sa charge des enfants qui dépendent de lui, lequel des deux sera tenté de donner une plus grande partie de sa fortune, pour se prémunir contre l'éventualité d'un risque de mortalité? Ce sera le chef de famille. Une des raisons qui a été avancée à ce sujet est que ce dernier ayant une plus grande responsabilité envers les siens, possède une plus grande aversion au risque, que la personne seule.

## VI.- CONCLUSION

L'objectif de ce rapport a été de faire une synthèse des méthodes existantes, portant sur la valeur de la vie humaine. De façon plus précise, le travail consistait, en une exposition des modèles et de leurs hypothèses sous-jacentes et aussi de regrouper selon les similitudes et les différences chacune des situations particulières où le risque jouait un rôle prépondérant.

Les nombreuses études et techniques proposées pour l'analyse de la vie humaine ont grandement permis aux autorités gouvernementales d'avoir en leurs mains les outils nécessaires à une bonne prise de décisions concernant les réglementations visant à épargner des vies. Selon les diverses méthodes proposées dans ce rapport, on est en mesure d'analyser en profondeur les programmes réduisant les risques de mortalité dans l'immédiat, ceux réduisant ce risque, mais seulement après un certain laps de temps et ceux affectant les générations à venir.

Parmi les nombreuses méthodes servant à calculer de façon plus ou moins directe le montant en terme monétaire auquel on serait en prêt à renoncer pour pouvoir bénéficier d'une variation négative dans notre risque, il semblerait que les études salaires/risque soient celles qui ont été utilisées le plus fréquemment, que l'on soit confronté à un risque de court terme ou de long terme. En se concentrant uniquement sur un seul marché, soit celui du travail, l'estimation de la compensation requise pour un niveau de risque, en est facilitée, puisqu'il s'agit en fait de calculer la prime salariale qui satisfera le travailleur.

Le modèle de cycle de vie d'Arthur (1981), a constitué un des apports importants dans le domaine de l'évaluation d'activités risquées. Il a en quelque sorte facilité le passage de l'évaluation du risque de court terme où l'on utilisait des modèles

à une période, à celui de long terme en reconnaissant que l'aspect intertemporel au cours de notre vie pouvait avoir plusieurs effets sur nos choix individuels. Notons que l'aspect le plus important de son cadre théorique se résume en une équation de bien-être social qui nous permettra de calculer la valeur d'une vie.

L'évolution de la science économique, au cours des dernières années, a donc rendu possible l'évaluation de ce que représentaient vraiment les années futures d'un individu. C'est en ce sens que le recours aux modèles d'estimation du taux d'escompte est important. Sur le marché du travail, les modèles de formes réduites calculent ce taux en estimant par les moindres carrés non-linéaires une équation de salaire à l'intérieur de laquelle on a inclus, en tant que régresseur une variable représentant la durée de la vie perdue. Il existe aussi d'autres modèles plus complets, soit ceux de formes structurées qui tiennent compte des préférences des individus et à partir desquelles on a dérivé une fonction représentant la courbe d'indifférence des travailleurs. Les résultats obtenus du taux d'escompte varient entre 1% et 12% et démontrent clairement que les travailleurs accordent quand même une certaine importance à leur futur, mais sans qu'il y ait excès.

Il a aussi été intéressant d'observer comment se faisait le choix du taux d'escompte par les membres des générations courantes et futures. Après avoir déterminé les plans de consommation dans le temps qui maximiseront son espérance d'utilité, l'individu de la génération courante confronté à un risque de long terme sera prêt à renoncer à un certain montant d'argent dans le présent, afin de le voir disparaître. Le modèle de cycle de vie nous indique que ce montant correspond à ce qu'il sera prêt à payer plus tard dans le futur, ramené au présent au taux d'intérêt de la consommation. Empiriquement, on a observé que la volonté de payer diminuait au fur et à mesure que l'âge augmentait. Cette relation inverse s'explique par le

fait qu'à un âge avancé, le nombre d'années de vie que l'on peut sauver est restreint. Ainsi, la volonté de payer à l'âge de 60 ans est de 30% moins élevée que celle de 40 ans.

Le problème de l'évaluation des risques futurs affectant les générations à venir, a été examiné à l'intérieur d'un modèle intergénérationnel. Si les membres de la génération courante sont préoccupés par le bien-être de leur famille, alors pour leur éviter d'avoir à faire face à ces risques de long terme, ils seront prêts à renoncer à une certaine richesse, correspondant à ce qu'eux-mêmes seront prêts à payer, escompté au taux de substitution de la consommation pour un legs.

Ainsi, ce nouvel élément qu'est le taux d'escompte a apporté une précision au problème de l'évaluation de la vie humaine, lorsque l'on fait face à un risque de long terme. Les décideurs politiques pourront ainsi avoir une meilleure idée de ce que sera le taux marginal de substitution entre des vies sauvées maintenant et celles sauvées plus tard, avant de prendre une décision.

Ce travail de recherche a permis d'apporter une plus grande compréhension au problème qu'est l'évaluation de la vie humaine. Que l'on prenne en considération des facteurs divers tels l'âge, les préférences individuelles, les facteurs socio-économiques, le genre de risque auquel on est confronté ou bien que l'on soit chef de famille, tous peuvent avoir une influence sur la valeur de la vie. Malgré tous ces avantages associés à l'imposition d'une valeur à la vie, il y a eu certains économistes pour qui cette manière de procéder n'était pas raisonnable. Broome (1978) avait pour hypothèse que la valeur monétaire de la vie d'une personne était infinie. Selon sa théorie, aucune somme d'argent ne peut être assez suffisante pour

compenser cet individu dont la vie peut être détruite par un accroissement dans le risque, puisque la vie n'a pas de prix fini.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1.- Arthur, W. B., " The economics risks to life ", American Economic Review, (Vol. 71, 1981), p.- 54-64.
- 2.- Broome, John, " Trying to value a life ", Journal of Public Economics, (Vol. 9, 1978), p.- 91-100.
- 3.- Cropper, Maureen L. et Portney, Paul R., " Discounting and the evaluation of life saving programs ", Journal of Risk and Uncertainty, (Vol. 3, 1990), p.- 369-379.
- 4.- Cropper, Maureen L. et Sussman, Frances G., " Families and the economics of risks to life ", American Economic Review, (Vol. 78, 1988), p.- 255-260.
- 5.- Cropper, Maureen L. et Sussman, Frances G., " Valuing future risks to life ", Journal of Environmental Economics and Management, (Vol. 19, 1990), p.- 160-174.
- 6.- Dillingham, Alan E., " The influence of risk variable definition on value-of-life estimates ", Economic Inquiry, (Vol. 24, 1985), p.- 277-294.
- 7.- Fisher, Ann; Chestnut, Lauraine G. et Violette, Daniel M., " The value of reducing risks of death: a note on new evidence ", Journal of Policy Analysis and Management, (Vol. 8, #1, 1989), p.- 88-100.
- 8.- Gerking, Shelby; De Haan, Menno et Schulze, William, " The marginal value of job safety: A contingent valuation study ", (Vol. 1, 1988), p.- 185-199.
- 9.- Guay, Alain, " Revue critique d'études empiriques sur le prix de la vie humaine ", Rapport de recherche #413, 45 pages.
- 10.- Horowitz, John K. et Carson, Richard T., " Discounting statistical lives ", Journal of Risk and Uncertainty, (Vol. 3, 1990) p.- 403-413.

- 11.- Ippolito, Pauline M. et Ippolito, Richard A., " Measuring the value of life saving from consumer reactions to new information ", Journal of Public Economics, (Vol.25, 1984), p.- 53-81.
- 12.- Jones-Lee, M. W.; Hammerton, M. et Philips, P. R., " The value of safety: results of a national sample survey ", The Economic Journal, (Vol. 95, 1985), p.- 49-72.
- 13.- Lee, Ronald D. et Lapkoff, Shelley, " Intergenerational flows of time and goods: Consequences of slowing population growth ", Journal of Political Economy, (Vol. 96, #3, 1988), p.- 618-651.
- 14.- Marin, Alan et Psacharopoulos, George, " Confirmations and Contradictions. The reward for risk in the labor market: evidence from the United Kingdom and a reconciliation with other studies ", Journal of Political Economy, (Vol. 90, #4, 1982), p.- 827-853.
- 15.- Moore, Michael J. et Viscusi, W. Kip, " The quantity-adjusted value of life ", Economic Inquiry, (Vol. 26, 1988), p.- 369-388.
- 16.- Moore, Michael J. et Viscusi, W. Kip, " Models for estimating discount rates for long-term health risks using labor market data ", Journal of Risk and Uncertainty, (Vol. 3, 1990), p.- 381-401.
- 17.- Rosen, Sherwin, " The value of changes in life expectancy ", Journal of Risk and Uncertainty, (Vol. 1, 1988), p.- 285-304.
- 18.- Viscusi, W. Kip et Moore, Michael J., " Rates of time preference and valuations of the duration of life ", Journal of Public Economics, (Vol. 38, 1989), p.- 297-317.

\*\*\*\*\*



