

-
-
-
-
-
-
-
-

L'évaluation contingente

Le cas des eaux souterraines

Présenté par Michel Martin



**Neuvième Colloque annuel de la Société
québécoise d'évaluation de programme**

10 Novembre 2000



Plan de la présentation

- Introduction
- Formulation du problème
- Cadre théorique
- Démarche méthodologique
- Analyse des résultats
- Conclusion et discussion

-
-
-

Introduction

*Pour assurer son **développement socio-économique**, le Québec doit mettre ses ressources en valeur et la ressource eau peut constituer une avenue fort intéressante à cet égard. Compte tenu des ressources importantes dont nous disposons, il est normal d'en faciliter l'**utilisation** pour le **bénéfice** de la collectivité.*

(Document de consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec, 1999).

Disponibilité de l'eau souterraine

Disponibilité de la ressource	Nord de Montréal	Province de Québec
Réserve d'eau	15 milliards m ³	200 milliards m ³
Renouvellement naturel (par année)	100 millions m ³ ≅ 0.7% de la réserve	14 milliards m ³ ≅ 7% de la réserve
Prélèvement annuel	30 millions m ³ 30% du renouvellement 0.2% de la réserve	432 millions m ³ 3% du renouvellement 0.2% de la réserve



La nature de l'eau souterraine

- Une ressource renouvelable épuisable.
- Une ressource non-stationnaire à deux composantes importantes: quantité et qualité (Percy, 1988).
- Les eaux souterraines et superficielles sont en fait une même ressource.
- Une ressource multifonctionnelle.
- Une ressource dont les droits de propriété et d'usage sont mal définis.
- Une ressource à prix presque nul.

Estimation d'une vérité sur le prix

- Si on veut **protéger** la ressource, il faut connaître son prix pour mettre en œuvre de nouvelles politiques.
- Si on veut **exploiter** la ressource, il faut en connaître le prix pour la vendre à sa juste valeur.
- Si on veut **exploiter** et **protéger** la ressource, il faut savoir quelle proportion du prix correspond aux valeurs de préservation.

-
-
-

Plan de la présentation

Introduction

✓ **Formulation du problème**

Cadre théorique

Démarche méthodologique

Analyse des résultats

Conclusion et discussion

-
-
-

Formulation du problème

- **Problématique hydrogéologique**
- **Problématique économique**
- **Problématique institutionnelle**

Formulation du problème

- **Problématique hydrogéologique**
 - Renouvellement faible (0.7 % de la réserve).
 - Abaissements de niveaux dans certains puits et cas de contamination de plus en plus fréquents.
 - Les eaux souterraines au nord de Montréal sont abondantes et de bonne qualité.

-
-
-

Formulation du problème

- **Problématique économique**

- Les activités agricoles et industrielles sont en augmentation → Pression accrue sur la ressource.
- Les populations grandissantes demandent de plus grands volumes d'eau souterraine.
- Difficulté d'évaluer les bénéfices d'une politique de gestion d'un bien pour lequel il n'y a pas de marché.

Formulation du problème

- **Problématique institutionnelle**

- Selon l'article 951 du Code Civil du Québec, le propriétaire d'un terrain est aussi propriétaire de l'eau se trouvant dans son sous-sol.
- Cette ressource non-stationnaire est de propriété publique dans son ensemble, devient privée lorsqu'elle passe sous un terrain privé et redevient publique ou change de propriétaire en quittant ce terrain.

Formulation du problème

- **Problématique institutionnelle**

- Règle de capture (Negri, 1989): garantit aux utilisateurs des droits exclusifs sur la portion d'eau qu'ils pompent.
- La situation des eaux souterraines est apparentée à celle des ressources collectives en accès libre.
- On ne connaît pas tous ceux qui prélèvent l'eau des aquifères et dans quelle proportion ils le font.
- Dans ce contexte, les motivations à protéger la ressource sont faibles.

Thème retenu

- L'ordre naturel des évaluations est:
 - Évaluations techniques et scientifiques
 - **Évaluations économiques**
 - Évaluations de nouvelles politiques

-
-
-

Plan de la présentation

Introduction

Formulation du problème

✓ **Cadre théorique**

Démarche méthodologique

Analyse des résultats

Conclusion et discussion



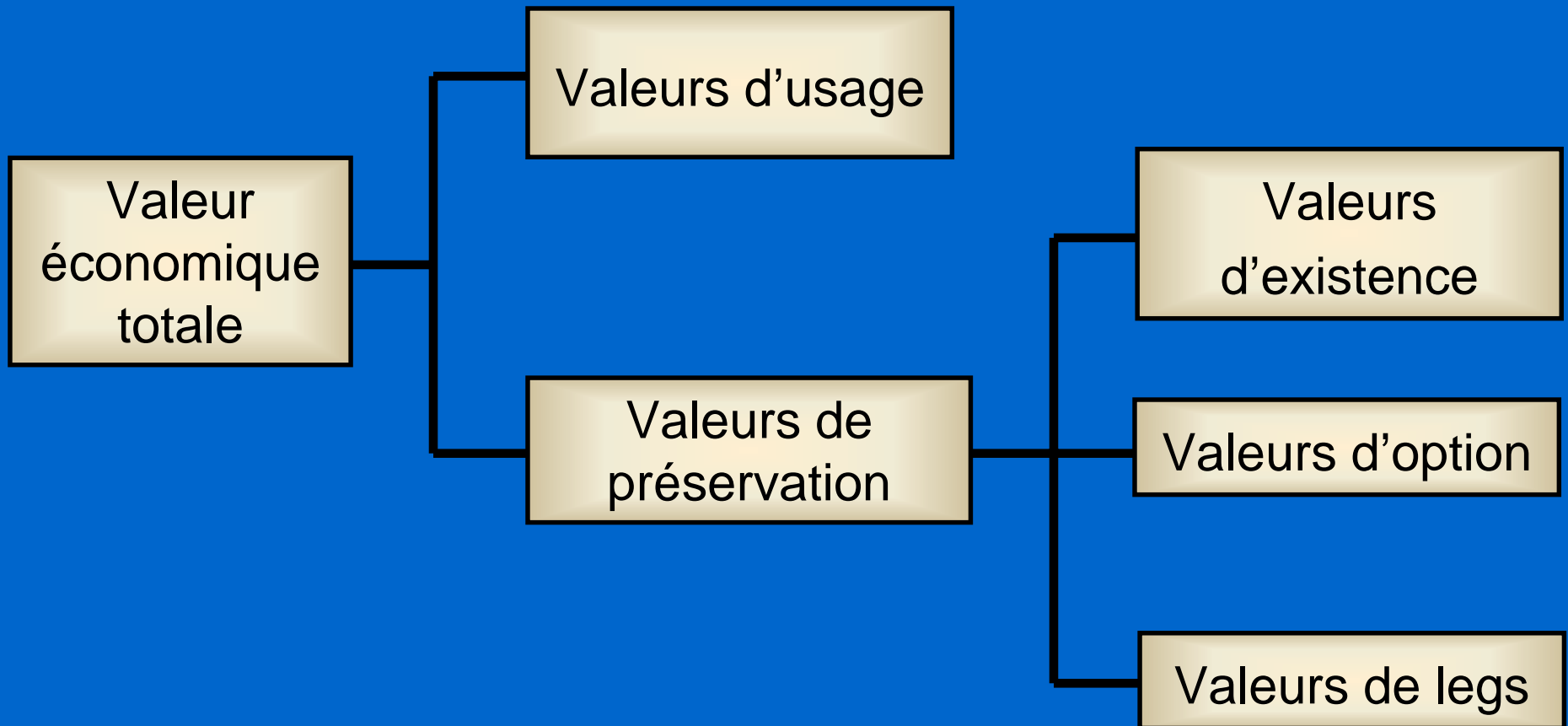
Cadre théorique

- L'économie du bien-être appliquée aux politiques publiques
- Les sources de valeur
- Les externalités

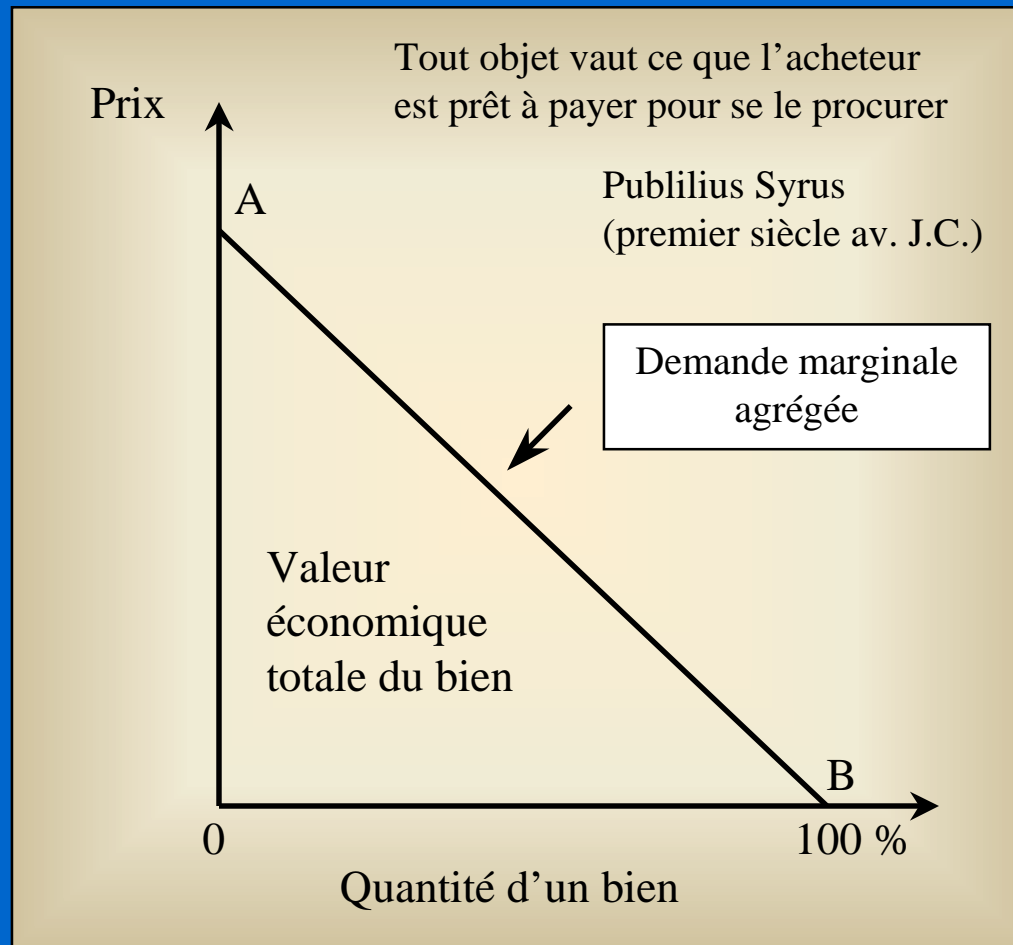
Cadre théorique

- Pour qu'une politique soit socialement désirable → Bénéfices > coûts
- Bénéfices totaux = $\sum_{i=1}^N CAP_i$
- Bénéfices d'une politique → Valeur de la ressource

Cadre théorique - Sources de valeur



Cadre théorique



Cadre théorique - Les externalités

- **Définition** : Lorsqu'une action d'un agent économique affecte l'utilité ou les possibilités de production d'un autre agent économique et que cela n'est pas reflété dans le marché.
- Ces phénomènes économiques hors-marché dont l'origine remonte à la mauvaise définition des droits de propriété sont caractérisés par le resquillage et la déresponsabilisation des utilisateurs d'une ressource commune.

-
-
-

Plan de la présentation

Introduction

Formulation du problème

Cadre théorique

✓ **Démarche méthodologique**

Analyse des résultats

Conclusion et discussion

-
-
-

Démarche méthodologique

Le processus décisionnel est dit rationnel lorsqu'il compare les avantages et les inconvénients de l'action envisagée et que le choix final est inspiré de cette comparaison

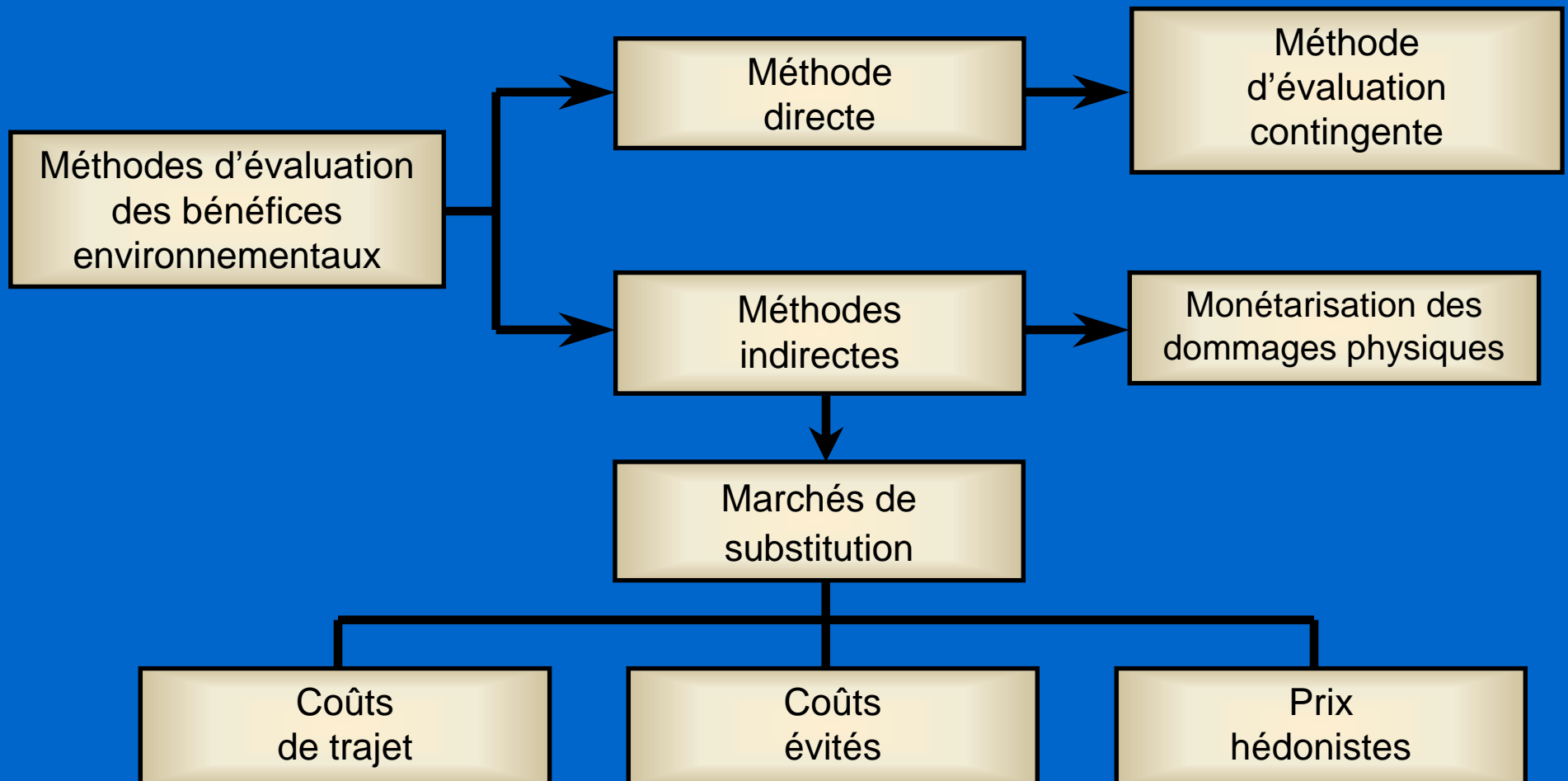


Analyse coût-avantage



$$ANS = A - C > 0$$

Techniques de collecte de l'information



Techniques de collecte de l'information

- Méthode d'évaluation contingente
 - Seule qui permet d'évaluer toutes les sources de valeur
 - Fait appel à l'opinion des répondants plutôt qu'à leurs comportements
 - Une seule autre application au Québec
- Méthode des coûts évités
 - Ne mesure que les valeurs d'usage
 - Naturellement basée sur les comportements économiques des individus
 - Les données de coûts sont relativement faciles à obtenir
 - Se prête bien à notre objet d'étude

L'exemple de l'Exxon Valdez

- Naufrage le 24 mars 1989 en Alaska : 11 millions de gallons de pétrole s'échappèrent du super-pétrolier
- Exxon défraya les coûts de nettoyage, les pertes encourues par les différents acteurs économiques : valeurs d'usage
- Poursuites par le gouvernement de l'Alaska : valeurs de préservation
- Deux écoles de pensée : Consignes pour obtenir un niveau acceptable de précision des valeurs estimées
- En 1994, la Cour suprême des États-Unis ordonna à Exxon de payer 5 milliards de dollars

L'exemple de Kayraktepe Dam

- Projet de construction d'un barrage hydroélectrique en Turquie
- La société d'État turque estima le ratio bénéfice-coût à 1,35
- Une autre étude [Biro 1998] qui tenait compte des coûts externes (pertes de bénéfices) a montré que ce ratio était plutôt de 0,84
- En somme, la non réalisation du projet était, d'un point de vue socio-économique, la solution la plus appropriée

Le processus d'échantillonnage

- Deux pré-tests et l'enquête économique ont été réalisés, entre avril et juillet 1997, par le département de Technique de Recherche, Enquête et Sondage du Collège Merici.
- 423 interviews ont été complétées représentant un échantillon représentatif de la population des 5 MRC de notre région d'étude: Argenteuil, Deux-Montagnes, Mirabel, La-Rivière-du-Nord, Thérèse-de-Blainville

Le questionnaire

- Divisé en quatre sections: les questions de fait, d'attitude, d'évaluation, socio-démographiques.
- Le format **référendum** (ou à choix dichotomique).
- Les deux véhicules de paiement sont la **redevance** pour les **utilisateurs** et l'augmentation de **taxe** pour les **non-utilisateurs**.
- Les 2 scénarios de politique proposés sont:
 - Gestion par le **gouvernement** (centralisée).
 - Gestion par un **comité de bassin** (décentralisée).

-
-
-

Plan de la présentation

Introduction

Formulation du problème

Cadre théorique

Démarche méthodologique

✓ **Analyse des résultats**

Conclusion et discussion

Les résultats de la MÉC

- Formation des intervalles de CAP et quelques tendances par l'analyse des distributions de fréquence
- Analyse non paramétrique des CAP des répondants
- Analyse paramétrique univariée des CAP
- Analyse paramétrique bivariée des CAP
- Analyse paramétrique multivariée des CAP

Formation des intervalles

Les intervalles de CAP sont formés à partir des réponses aux questions C-2 à C-7 du questionnaire.

C-2 Si, pour la consommation annuelle de votre famille, le total des redevances était de 60 \$ par année, voteriez-vous **POUR** ou **CONTRE** le programme de gestion par le gouvernement ?

- 1 Pour (Continuez à C-3)**
- 2 Contre (Passez à C-4)**
- 8 Pas certain (Passez à C-4)**

Formation des intervalles

C-3 Si, pour la consommation annuelle de votre famille, le total des redevances était de 120 \$ par année, voteriez-vous POUR ou CONTRE le programme de gestion par le gouvernement?

- 1 Pour (Passez à C-9)
- 2 Contre (Continuez à C-9)
- 8 Pas certain (Passez à C-9)

Si Pour à C-2 et Pour à C-3  [120 - ∞]

Si Pour à C-2 et Contre à C-3  [60 - 120]

-
-
-

Montants offerts aux utilisateurs de l'aquifère

Version	C-2	C-3	C-4
A1 et B1	10	30	5
A2 et B2	30	60	10
A3 et B3	60	120	30
A4 et B4	120	250	60

A signifie gestion par le gouvernement
B signifie gestion par un comité de bassin

-
-
-

Montants offerts aux non utilisateurs

Version	C-5	C-6	C-7
A1 et B1	5	15	3
A2 et B2	15	30	5
A3 et B3	30	60	15
A4 et B4	60	120	30

A signifie gestion par le gouvernement

B signifie gestion par un comité de bassin

Réponses des utilisateurs de l'aquifère

Distributions de fréquence des réponses selon chaque version

Version	Pour-Pour	Pour-Contre	Colonne 2+3	Contre-Pour	Contre-Contre
A1	41 %	5 %	46%	9 %	45 %
B1	28 %	24 %	52 %	8 %	40 %
A2	12 %	47 %	59 %	29 %	12 %
B2	40 %	25 %	65 %	20 %	15 %
A3	12 %	35 %	47 %	27 %	27 %
B3	30 %	15 %	45 %	10 %	45 %
A4	20 %	15 %	35 %	30 %	35 %
B4	11 %	32 %	43 %	21 %	37 %

Réponses des non utilisateurs de l'aquifère

Distributions de fréquence des réponses selon chaque version

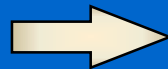
Version	Pour-Pour	Pour-Contre	Colonne 2+3	Contre-Pour	Contre-Contre
A1	52 %	28 %	80 %	0 %	21 %
B1	56 %	12 %	68 %	0 %	32 %
A2	50 %	21 %	71 %	11 %	18 %
B2	27 %	31 %	58 %	19 %	23 %
A3	38 %	15 %	53 %	19 %	27 %
B3	36 %	36 %	72 %	18 %	11 %
A4	15 %	31 %	46 %	27 %	27 %
B4	14 %	29 %	43 %	19 %	38 %

Approche non-paramétrique

Approche non paramétrique Kaplan-Meier

Limite inférieure	Limite supérieure	Probabilité d'être plus grand que la limite supérieure	Fréquence relative (distribution de probabilité)
0	5	.864	.136
5	20	.650	.214
20	30	.538	.112
30	60	.360	.178
60	120	.158	.202
120	250	.068	.090
250	∞	.000	.068

$$S(Y) = 1 - F(Y)$$



Fonction de survie

Moyennes non-paramétriques

Échantillon	No. d'observations (n)	CAP moyen (\$)
Tout l'échantillon	375	48.58
Utilisateurs	169	54.66
Non utilisateurs	209	34.95
Comité de bassin	181	46.42
Gouvernement	194	48.41

Analyse paramétrique univariée

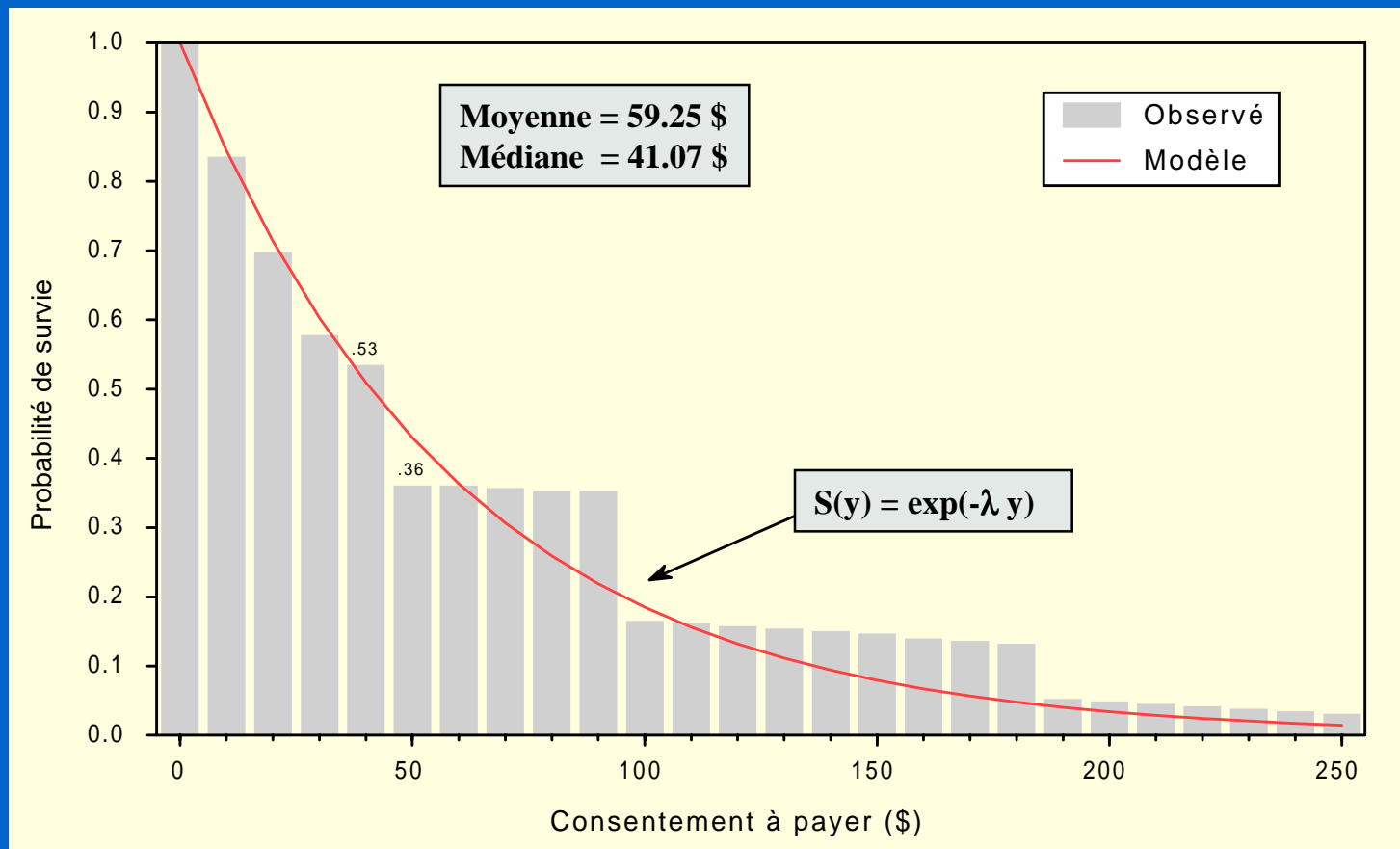
$$\text{Log L} = \sum_{i=1}^n \ln \left[\Phi \left(\frac{\eta_{ij} - \mu}{\sigma} \right) - \Phi \left(\frac{\eta_{i,j-1} - \mu}{\sigma} \right) \right]$$

	Log de Vraisemblance
Données brutes	-612.9
Weibull	-825.1
Exponentielle $n(i) * h(i)$	-742.1
Gompertz	-826.9
Hasard linéaire $n(i) * h(i)$	-740.2

$n(i)$ = signifie le nombre d'observations exposées au risque dans l'intervalle i

$h(i)$ = signifie la largeur de l'intervalle i

Fonction de survie



Analyse paramétrique bivariée

Résultats de l'analyse bivariée

Variable	Coefficient	Erreur-Type	Statistique de Student (t)
NIVEAU	0.008681	0.002959	2.93
Constante	3.552376	0.224417	15.83

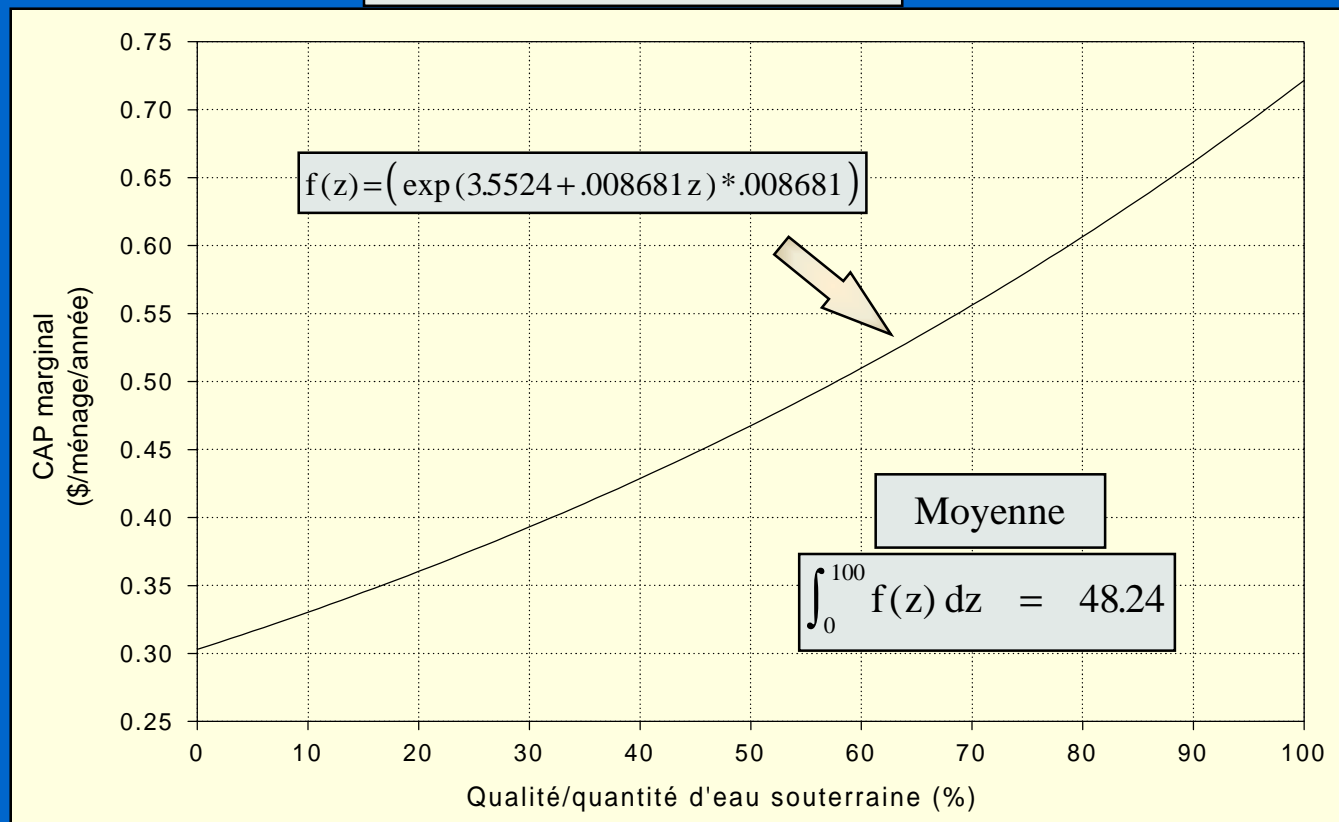
n = 300

Chi-carré = 8.26

p = 0.00406

Courbe de demande hicksienne

Modèle exponentiel bivarié



-
-
-

Exemple d'utilisation du modèle bivarié

Bénéfice obtenu selon différents niveaux de qualité/quantité d'eau souterraine

Niveau initial (%)	Niveau final (%)	Bénéfice (\$)
0	50	18.97
50	100	29.27
20	40	7.87
40	60	9.36
95	75	-12.69

Analyse paramétrique multivariée

Résultats de la fonction d'évaluation exponentielle

Variable	Coefficient	Erreur Type	Statistique-t	Moyenne
REVENU	0.000015	0.000005	3.11 ^a	44552.48
NIVEAU	0.01151	0.0036	3.20 ^a	73.93
ENVIR	0.3970	0.2113	1.88 ^c	0.78
UTILISAT	0.2557	0.1866	1.37	0.42
EAUBOUT	-0.3928	0.1931	-2.03 ^b	0.41
BASSIN	0.5385	0.2115	2.55 ^b	0.77
PROPRIO	-0.3550	0.2617	-1.36	0.78
Constante	2.375	0.4239	5.60 ^a	

n = 202 $\chi^2 = 36.1$ dl = 7 p = 0.00001

a signifie un niveau de signification de 0.01

b signifie un niveau de signification de 0.05

c signifie un niveau de signification de 0.10

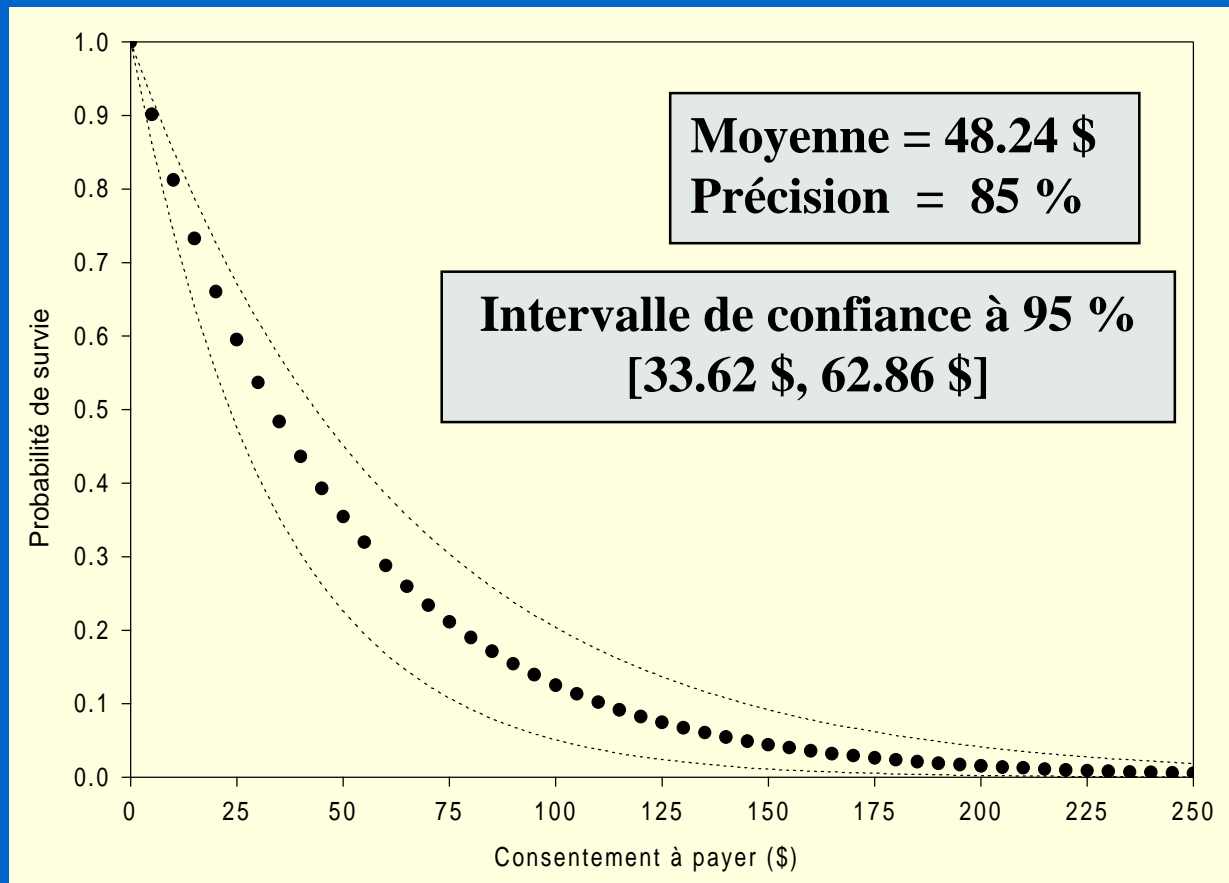
-
-
-

Comparaison des différents modèles

Modèle	No. observations	CAP moyen (\$)
Multivarié	202	67.17
Univarié	375	59.25
Bivarié	300	48.24
CAP _{LI}	375	48.58

Précision des résultats

Modèle bivarié



-
-
-

Application de la méthode des coûts évités

- **Catégories de dommages**
- **Mesures défensives**
- **Les dépenses de protection**

Les catégories de dommages

Dommmages évités = Bénéfices

- Les effets sur la santé humaine
- De la peur et de l'anxiété
- Des dépenses défensives et la perte de valeur des propriétés
- Des dommages écologiques et des pertes d'usage récréatif
- Une réduction ou une perte de valeurs de préservation

Mesures défensives

Mesures défensives par catégorie évaluées dans notre étude

Catégorie	Mesures défensives
Biens durables	Système de traitement
Biens non durables	Eau embouteillée
Routine journalière	Puiser l'eau Bouillir l'eau

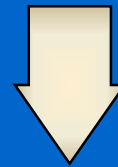
-
-
-

Dépenses de protection totales

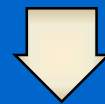
Mesures défensives	Coût par ménage
1. Eau embouteillée	\$ 44.84
2. Système de traitement	\$ 27.11
3. Puiser de l'eau	\$ 3.78
4. Bouillir l'eau	\$ 2.57
Total	\$ 78.30

Test de validité convergente

$$\frac{\text{MÉC}}{\text{MCÉ}} = \frac{48.24 \$ \times \text{ménages totaux}}{78.30 \$ \times 0.46 \times \text{ménages totaux}} = \frac{48.24}{36.02} = \frac{1.34}{1}$$



Valeurs d'usage direct	+	valeurs de préservation	=	1.34
Valeurs d'usage direct	=			1.00
Valeurs de préservation	=			0.34



0.34/1.34 = 25 % de la VET sont des valeurs de préservation

Considérations dynamiques

Période (années)	Taux réel (%)	Valeur totale (en millions \$)
30	2	133
30	1	153
30	0	178
30	-1	209
Moyenne (30 ans)		169
60	2	207
60	1	267
60	0	357
60	-1	492
Moyenne (60 ans)		331
Moyenne (30-60 ans)		250

-
-
-

Les bénéfices comme outil d'aide à la décision

Pour évaluer les impacts environnementaux

Si on connaît les niveaux \uparrow ou \downarrow

Si on ne connaît pas ces niveaux

On utilise la courbe de demande marginale

Volume d'eau affecté \times prix/m³

Valeur unitaire de la ressource

$$V_u = \frac{V_a}{(S/2) * R_a} = 0.06 \$ \text{ par m}^3$$

$S = 2\,645 \text{ km}^2$ [Statistique Canada 1996]

$R_a = 75 \text{ mm d'eau annuellement}$ [Banton 1998]

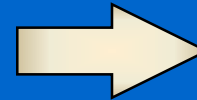
$V_a = 48.24 \$ \times 123\,225 \text{ ménages}$

$V_a = 5.9 \text{ millions } \$$

-
-
-

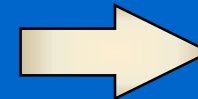
Les bénéfices comme outil d'aide à la décision

Prélèvements de 500 m³/jour



**Redevances de
11 000 \$**

**Les coûts de production de l'eau potable
pour la ville de Montréal sont de**



0.20 \$ le mètre cube

**L'eau en bouteille prélevée des nappes souterraines est
vendue 200 \$ le m³, ce qui correspond à 3 000
fois la valeur sociale unitaire estimée**

-
-
-

Plan de la présentation

Introduction

Formulation du problème

Cadre théorique

Démarche méthodologique

Analyse des résultats

✓ **Conclusion et discussion**

-
-
-

Conclusion et discussion

1- 250 millions\$ sont suffisamment importants pour justifier les coûts de mise en œuvre d'un programme de protection.

2- Une partie de la VET (25 % ou 60 millions \$) sont des valeurs de préservation.

3- Les CAP augmenteraient dans un contexte de gestion décentralisée.

-
-
-

Conclusion et discussion

Les données de cette étude pourraient servir à estimer la valeur des ressources en eaux souterraines de la province de Québec.



Méthode de transfert
des bénéfices



Valeur : 5 milliards \$
Par année : 125 millions \$

Conclusion et discussion

Cette recherche a permis :

- D'estimer la valeur unitaire d'une ressource dont le prix était sensé être nul.
- De construire une courbe de demande suffisamment précise pour être en mesure d'estimer monétairement des gains ou pertes environnementales marginales.
- D'initier, au Québec, l'utilisation de méthodes permettant d'évaluer les dommages environnementaux.
- De s'interroger sur la pertinence de ces méthodes d'évaluation pour des programmes autres qu'environnementaux.