

Président du conseil : Yves Guérard
Président : Adrien D. Pouliot
Vice-président : Richard Carter
Directeur exécutif : Michel Kelly-Gagnon



L'Institut économique de Montréal (IEDM) est un institut de recherche et d'éducation indépendant, non partisan et sans but lucratif. Il œuvre à la promotion de l'approche économique dans l'étude des politiques publiques.

Fruit de l'initiative commune d'entrepreneurs, d'universitaires et d'économistes de Montréal, l'IEDM ne reçoit aucun financement public.

Les dons permettant à l'IEDM de poursuivre ses activités sont déductibles de l'impôt sur le revenu au Québec et au Canada. L'Institut jouit en effet du statut d'organisme de bienfaisance au sens de la loi et peut donc émettre des reçus pour fins d'impôt.

Abonnement annuel aux Cahiers de recherche de l'Institut Économique de Montréal : 68,00 \$.



Institut économique de Montréal

6418, rue Saint-Hubert
Montréal (Québec)
H2S 2M2 Canada

Téléphone : (514) 273-0969
Télécopieur : (514) 273-0967

Courriel : info@iedm.org
Site Web : www.iedm.org



Les opinions des auteurs de la présente étude ne représentent pas nécessairement celles de l'Institut économique de Montréal ou des membres de son conseil d'administration.

La publication de la présente étude n'implique aucunement que l'Institut économique de Montréal ou les membres de son conseil d'administration souhaitent l'adoption ou le rejet d'un projet de loi, quel qu'il soit.



Coordination de la production : Varia Conseil
Couverture, maquette et mise en page : Guy Verville

© 2000 Institut économique de Montréal

ISBN 2-922687-03-1

Dépôt légal : 4^e trimestre 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

Imprimé au Canada



Institut économique
de Montréal

Michel Martin

Institut économique de Montréal

Richard Marceau

École nationale d'administration publique

La valeur économique des eaux souterraines

*État de la question et exemple d'estimation
pour le nord de Montréal*

Cahier de recherche

Janvier 2001



Institut économique

de Montréal

Remerciements

Cet article est le résumé d'une thèse de doctorat soutenue le 14 avril 1999 [Martin 1999] et développée dans le but de participer aux travaux sur l'évaluation des biens non marchands. Les auteurs tiennent à remercier les professeurs Olivier Banton, Jean-Thomas Bernard, Barry C. Field et Filip Palda pour leurs précieux conseils. Leurs remerciements s'adressent aussi aux enquêteurs qui ont collaboré à la collecte des données.

Michel Martin, Institut économique de Montréal

Richard Marceau, École nationale d'administration publique

La valeur économique des eaux souterraines

État de la question et exemple d'estimation pour le nord de Montréal

CONDENSÉ

La situation des eaux souterraines au Québec, et particulièrement au nord de Montréal, est caractérisée par une mauvaise définition des droits d'usage ainsi que par son prix presque nul. Cette étude montre notamment que la valeur économique des ressources en eaux souterraines au nord de Montréal est de 250 millions \$. À l'aube d'une nouvelle politique de gestion de l'eau au Québec, l'estimation d'une vérité des prix d'une ressource naturelle telle que l'eau souterraine, est une condition préalable à toute décision stratégique concernant l'utilisation et la préservation d'une ressource commune.

ABSTRACT

The underground water situation in Quebec, particularly in areas north of Montreal, is distinguished by poorly defined usage rights and by a price which is practically nothing. Among other findings, this study shows that the economic value for the underground water resources in the area north of Montreal is \$250 million. At the dawn of a new Quebec water management policy, a determination of the real value of a natural resource like underground water is a prerequisite for any strategic choice regarding the use and conservation of such a community resource.



Institut économique
de Montréal

Résumé

Bien que les prélèvements d'eau souterraine effectués par l'ensemble des utilisateurs québécois demeurent faibles, on constate que l'aquifère est une ressource convoitée et qu'elle doit être bien gérée. La situation des eaux souterraines au Québec, et particulièrement au nord de Montréal, est apparentée à la situation des ressources collectives en accès libre, laquelle est caractérisée par une mauvaise définition des droits d'usage ainsi que par son prix presque nul. La théorie économique appuyée par de nombreux exemples nous enseigne qu'une ressource collective utilisée dans de telles conditions sera affectée négativement à plus ou moins long terme. Au nord de Montréal, les prélèvements d'eau souterraine sont peu contrôlés et le faible paiement forfaitaire parfois exigé pour avoir accès à cette eau de première qualité n'incite aucunement les utilisateurs à protéger cette ressource. Dans ce type d'arrangements institutionnels, les problèmes de rareté, de congestion ou de pollution sont fréquents. Il existe toutefois des instruments d'intervention qui permettent une plus grande responsabilisation des utilisateurs. La tarification selon la consommation (principe de l'utilisateur-payeur) et la compensation pour les dommages causés (principe du pollueur-payeur) sont quelques-uns de ces instruments. En outre, la détermination du prix véritable d'un actif environnemental tel que l'eau souterraine est, dans la plupart des cas, une composante essentielle à l'application de ces instruments d'intervention. De façon plus concrète, l'estimation d'une «vérité des prix» de l'eau souterraine au nord de Montréal est, selon nous, essentielle à toute politique publique visant l'utilisation optimale d'une ressource dont les droits de propriété et d'usage sont, pour l'instant, mal définis.

Les concepts théoriques, sur lesquels s'appuie cette étude, sont puisés à même l'économie du bien-être appliquée aux politiques publiques et réfèrent plus particulièrement à l'efficacité économique, aux sources de valeur ainsi qu'aux externalités relatives aux eaux souterraines. Afin de bien comprendre ces trois concepts économiques, nous exposons et commentons deux cas d'analyse économique. Ce sont les exemples du projet hydroélectrique «Kayraktepe Dam» en Turquie ainsi que l'évaluation monétaire des dommages environnementaux créés par le naufrage du pétrolier Exxon Valdez. À la lumière de ces deux exemples, nous retenons pour notre étude, deux méthodes d'évaluation des

Executive Summary

Although Quebec residents as a whole still use relatively little underground water, these reserves are a coveted resource that must be properly managed. The underground water situation in Quebec, particularly in areas north of Montreal, is similar to that of any community resource with unrestricted access for which usage rights are poorly defined and the price is practically nothing. Economic theory, backed by many cases, demonstrates the long-term adverse effects to a community resource used under such conditions. North of Montreal, the drawing of underground water is essentially uncontrolled and the very low cost of this very high-quality water does not prompt consumers to conserve it. Problems of scarcity, overuse and pollution are common to this kind of institutional structure. We do have certain tools, however, to encourage a greater sense of responsibility among consumers. Metered use (users pay) and compensation for damages (polluters pay) are two such examples. Ultimately, a determination of the real value of an environmental resource like underground water is usually a key factor in applying such tools. More specifically, we believe an estimated market price for the underground water north of Montreal is a prerequisite to any public policy seeking to achieve optimal use of a resource whose property and usage rights are, for the moment, poorly defined.

The theoretical foundations of this study draw on welfare economics as applied to public policy. They refer specifically to economic efficiency, sources of value and external factors relating to underground water. To properly understand these three economic concepts, we will briefly describe and discuss two economic analyses. One involves the Kayraktepe Dam in Turkey and the other pertains to monetary estimates of environmental damages caused by the Exxon Vadez oil spill. Guided by both examples, we have selected two strategies for assessing environmental benefits. One is the contingent valuation method (CVM) and the other is the avoided cost method (ACM). We believe two methods rather than just one are suited to a scientific context characterized by a range of opposing viewpoints. They also let us estimate conservation values, which contribute to overall economic value.

To estimate the value of underground water resources north of Montreal, we polled 423 households within the five MRCs of the area studied. A CVM analysis shows the

bénéfices environnementaux, soit la méthode d'évaluation contingente (MÉC) et la méthode des coûts évités (MCÉ). L'utilisation de deux méthodes plutôt que d'une nous apparaît appropriée dans un contexte scientifique caractérisé par des divergences de vues et permet notamment l'estimation des valeurs de préservation qui sont une composante de la valeur économique totale.

Pour estimer la valeur des ressources en eaux souterraines au nord de Montréal, nous avons interrogé 423 ménages parmi la population des cinq MRC de notre région d'étude. L'analyse des résultats de la MÉC montre que le ménage moyen au nord de Montréal serait prêt à déboursier 48,24 \$ par année pour un programme de protection des eaux souterraines. Ce programme assurerait la fourniture d'une eau d'excellente qualité et en quantité suffisante. En tenant compte des générations futures et après avoir procédé à l'agrégation de ces bénéfices à l'ensemble des ménages, nous parvenons à estimer la valeur économique (250 millions \$) des ressources en eaux souterraines dans le sous-sol de notre région d'étude. À l'aide des données de nature hydrogéologique, nous estimons que la valeur sociale unitaire est de 0,06 \$ par mètre-cube d'eau souterraine. Afin d'être en mesure d'estimer les valeurs de préservation, nous avons évalué les bénéfices d'un programme de protection des eaux souterraines au nord de Montréal à l'aide de la méthode des coûts évités (MCÉ). Le ratio MÉC/MCÉ de 1,34 indique que les valeurs de préservation comptent pour 25 % (ou 60 millions \$) de la valeur économique totale. En somme, ces résultats montrent que les valeurs trouvées par la MÉC sont supérieures aux valeurs estimées par la MCÉ, ce qui est conforme aux attentes théoriques.

Nous estimons par ailleurs que les données recueillies dans le cadre de cette enquête économique pourraient servir à déterminer la valeur des ressources en eaux souterraines pour l'ensemble du territoire québécois. Une première évaluation de 5 milliards de dollars constitue une information de première importance dans le cadre de l'actuel débat public sur une nouvelle politique de gestion de l'eau au Québec. En outre, cette étude jette un nouvel éclairage sur le choix et la pertinence de nouveaux moyens d'intervention qu'il est maintenant plus réaliste d'envisager et qui responsabiliseraient davantage les utilisateurs de la ressource « eau souterraine ».

average household north of Montreal would be willing to pay \$48.24 annually for an underground water conservation program. Such a program would ensure availability of sufficient high-quality water for its needs. When we take into account future generations and distribute benefits to all households concerned, we have estimated an economic value of \$250 million for the underground water resources in the area studied. With the aid of hydrogeological data, we have estimated the social per-unit value of a cubic metre of underground water at \$0.06. To calculate conservation value, we assessed the benefits of an underground water conservation program north of Montreal using the ACM. The resulting CVM/ACM ratio indicates that conservation values make up 25% (\$60 million) of the total economic value. The CVM assessed value is higher than that measured by ACM, which is consistent with the theory.

We believe the data gathered in the course of the economic study could be used in determining the value of underground water throughout Quebec. A preliminary assessment of \$5 billion in underground water value is of critical importance to public discussions on new Quebec underground water management policies. Moreover, this study sheds new light on the availability and relevance of innovative approaches that may now be realistically considered for boosting the sense of consumer responsibility toward underground water.

Table des matières

Remerciements.....	2
La valeur économique des eaux souterraines : état de la question et exemple d'estimation pour le nord de Montréal	9
1. <i>La vérité des prix</i>.....	10
2. <i>Valeurs de préservation et choix méthodologique</i>.....	10
Kayraktepe Dam.....	12
Exxon Valdez.....	13
Méthodologie comparée.....	14
3. <i>L'enquête économique</i>.....	14
4. <i>Analyse des résultats</i>.....	16
Méthode d'évaluation contingente.....	16
Méthode des coûts évités.....	16
Comparaison des résultats.....	16
<i>Conclusion et discussion</i>.....	17
<i>Bibliographie</i>.....	18

La valeur économique des eaux souterraines : état de la question et exemple d'estimation pour le nord de Montréal

Les ressources en eaux souterraines du Québec constituent la principale source d'approvisionnement en eau potable pour beaucoup de ménages des régions rurales. En effet, 20 % de la population québécoise en est tributaire et ces derniers occupent 90 % du territoire habité [Gouvernement du Québec 1997].

L'étude de Sylvestre et Grenier (1987) montre que les prélèvements effectués par l'ensemble des utilisateurs demeurent faibles par rapport à la quantité maximale d'eau souterraine que peut contenir le sous-sol québécois. Pour l'année d'étude, ces auteurs ont estimé que les Québécois ont prélevé 431 millions de mètres cubes d'eau souterraine. La réserve totale est évaluée, quant à elle, à 200 milliards de mètres cubes. Ce faible taux d'extraction (0,2 %) combiné à la grande disponibilité des eaux de surface comme source alternative d'alimentation en eau potable font de l'eau souterraine une ressource abondante et généralement de bonne qualité.

Toutefois, certains dangers existent. D'une part, l'eau souterraine ne constitue pas une ressource inépuisable. Les abaissements de niveaux qu'on a observés dans certains puits de pompage, notamment dans la région située au nord de Montréal, appellent à la vigilance. D'autre part, les cas de contamination des eaux souterraines au Québec et ailleurs sont de plus en plus fréquents. La tragédie récente de Walkerton en Ontario nous rappelle, à cet égard, que la santé publique passe obligatoirement par une bonne qualité de l'eau potable.

En outre, l'intensification de l'activité humaine de façon générale et industrielle de façon particulière, au cours des dernières années, a montré que l'aquifère est une ressource convoitée et qu'elle doit être bien gérée. C'est dans ce contexte que des conflits d'usage sont

Les Québécois ont prélevé 431 millions de mètres cubes d'eau souterraine. La réserve totale est évaluée, quant à elle, à 200 milliards de mètres cubes.

récemment apparus entre différents utilisateurs (industrie d'embouteillage, agriculteurs, population) et les causes de cette problématique de la diminution de la qualité et de la quantité des eaux souterraines au nord de Montréal ne sont peut-être que les conséquences d'une situation où les utilisateurs s'adonnent à une dilapidation rationnelle d'une ressource dont la propriété est commune. Cette situation appelée *Common pool resource's situation* [Ostrom 1990] fait référence à un certain type d'arrangements institutionnels et à leurs effets sur les comportements et motivations qui poussent les individus à surutiliser un bien commun. En regard du statut juridique de l'eau au Québec, Francœur (1999) mentionnait que « (l)e Centre québécois du droit de l'environnement a récemment soutenu, devant la Commission Beauchamp, que le statut actuel de l'eau au Québec n'avait pas à être révisé puisque, en vertu du Code civil, cette ressource a le statut juridique de "bien commun". Ce statut, estime le centre, vaut mieux qu'une nationalisation puisqu'il empêche de la monopoliser, y compris le gouvernement, de la (sic) gaspiller ou d'en abuser ».

On a observé de nombreux cas similaires à celui des eaux souterraines du

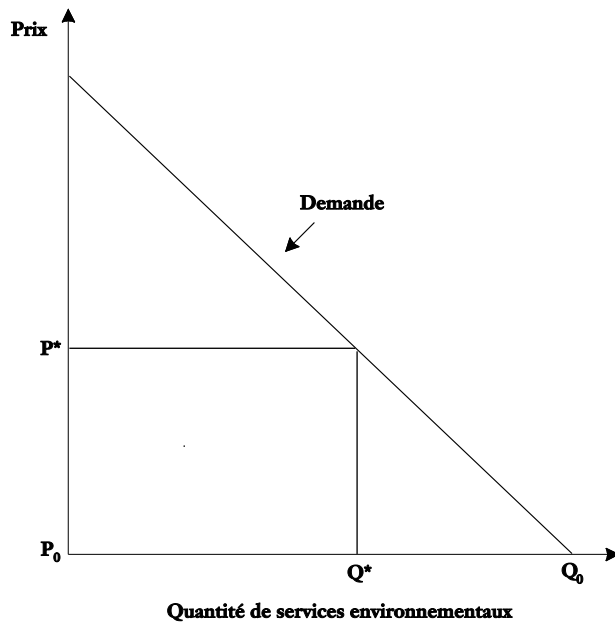
L'approche économique de l'environnement considère que les problèmes environnementaux proviennent généralement de la gratuité des services générés par les ressources naturelles

nord de Montréal et la plupart possèdent les caractéristiques suivantes: 1) la propriété est commune, 2) la gestion est faite par l'État, 3) le taux de prélèvement de la ressource est supérieur au taux de renouvellement. C'est en explorant cette voie que nous tenterons d'identifier les causes de la diminution de la qualité et de la quantité des eaux souterraines au nord de Montréal pour ensuite proposer les solutions qui nous sembleront le plus appropriées.

1. La vérité des prix

► L'approche économique de l'environnement considère que les problèmes environnementaux proviennent généralement de la gratuité des services générés

Figure 1
Problèmes d'environnement résultant de l'absence de prix



par les ressources naturelles [Fauchaux et Noël 1995]. L'analyse économique nous enseigne en effet qu'un bien à prix presque nul fera l'objet d'une demande exagérée. La figure 1 montre la demande marginale de services environnementaux, par exemple l'eau souterraine.

On constate que la demande d'eau souterraine est d'autant plus grande que le prix est bas. Du côté de l'offre, dans le cas particulier des ressources naturelles, la quantité offerte est généralement fixe. Par exemple, la quantité offerte Q^* pourrait correspondre aux débits totaux de captage d'une région donnée¹. Si tel était le cas, le prix d'équilibre serait P^* . En situation de libre marché, le prix d'équilibre est déterminé par l'intersection de la courbe de demande et de la courbe d'offre. Mais le fait est que le prix de l'eau souterraine est presque zéro et la quantité consommée Q_0 . Il y a donc surconsommation d'eau souterraine et le déficit est équivalent à $Q_0 - Q^*$.

La solution est alors d'estimer le juste prix pour ces biens et services environnementaux. Cela permettrait, notamment de pouvoir appliquer certains principes comme celui du pollueur payeur ou encore de l'utilisateur payeur.

De façon plus concrète, la détermination d'un juste prix permettrait l'application de certains instruments économiques tels que la redevance et la taxe. Ces instruments possèdent les incitatifs nécessaires à une utilisation «durable» de la ressource. L'estimation d'une «vérité des prix» de l'eau souterraine est, selon nous, essentielle à toute politique publique visant l'utilisation optimale d'une ressource dont les droits de propriété et d'usage sont pour l'instant, mal définis.

2. Valeurs de préservation et choix méthodologique

► Les concepts théoriques sur lesquels s'appuie cette étude sont puisés à même l'économie du bien-être appliquée aux

1. L'estimation de ces débits demeure théorique. Les débits réels de captage sont généralement plus élevés puisqu'il n'est pas possible, actuellement, de contrôler les quantités de captage de la majorité des utilisateurs. En ce qui concerne la quantité d'eau souterraine offerte Q^* , nous considérons que cette quantité est fixe puisque, depuis plus d'un an, un moratoire a été imposé par le gouvernement du Québec afin d'interdire l'émission de tout nouveau permis de captage d'eau souterraine dans la province.

politiques publiques [Just et *al.* 1982] et réfèrent plus particulièrement à l'efficacité économique, aux sources de valeurs ainsi qu'aux externalités relatives à l'eau souterraine. Nous exposons par la suite les motifs qui sont à l'origine des choix méthodologiques.

Pour ce qui est du concept d'efficacité économique, la théorie économique nous apprend que les avantages engendrés par une politique publique (ou privée) pour augmenter l'offre d'un bien doivent être supérieurs ou égaux aux coûts d'application de cette politique. On vérifie cela lors d'analyses coûts-avantages (ACA)². Par exemple, les coûts d'application d'une politique de gestion des eaux souterraines au nord de Montréal correspondent aux coûts privés (citoyens ordinaires, entreprises privées) et aux coûts publics (différents ministères, municipalités) pour augmenter³ la qualité et la quantité des eaux souterraines d'un certain niveau *Q*. Les bénéfiques, quant à eux, sont équivalents au montant (en monnaie) que chaque individu est prêt à payer pour la même augmentation *Q*. Les bénéfiques totaux sont l'agrégation (ou la somme) des bénéfiques individuels d'une population donnée.

Les sources de valeur sont à l'origine des bénéfiques économiques qui sont estimés lors d'analyses coûts-avantages. Quoiqu'il existe encore de nombreux débats quant à la définition des sources de valeur et de la typologie proposée, nous retenons les définitions suivantes [Reveret et *al.* 1990]: la valeur économique totale est constituée des valeurs d'usage et des valeurs d'usage passif (ou de préservation).

Les valeurs d'usage concernent principalement les bénéfiques tirés des activités de consommation privative (captage de l'eau souterraine, chasse, pêche, etc.) et de consommation non privative (observation de oiseaux, canotage, randonnée, etc.). Les valeurs de préservation sont com-

Les avantages engendrés par une politique publique (ou privée) pour augmenter l'offre d'un bien doivent être supérieurs ou égaux aux coûts d'application de cette politique.

posées des valeurs d'existence, d'option et de légalité. Les valeurs d'existence correspondent à une préoccupation sociale et sont relatives à la conservation d'une ressource naturelle. Les concepts de beauté, visibilité, diversité génétique ou biologique peuvent constituer les fondements des valeurs d'existence. Quant aux valeurs d'option⁴, Brookshire et *al.* (1986) les définissent comme étant la volonté actuelle de payer pour préserver l'option d'utiliser pour soi, dans le futur, une ressource naturelle. Enfin, la valeur de légalité ou d'héritage se rattache à l'importance qu'accorde un individu à la protection d'une ressource naturelle pour que sa propre descendance puisse l'utiliser ultérieurement. Certains biens privés peuvent posséder une ou plusieurs composantes des valeurs de préservation.

Les externalités sont des phénomènes économiques hors marché et s'inscrivent dans le cadre de la théorie économique des biens publics où le resquillage (*free riding*) et la déresponsabilisation sont des caractéristiques des utilisateurs d'une ressource dont les droits de propriété sont mal définis. De façon plus formelle, nous sommes en présence d'externalités 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 économique. Comme le monopole et les biens publics, les externalités⁵ sont considérées comme des défaillances de marché, c'est-à-dire des situations où les mécanismes de marché ne parviennent pas à atteindre l'optimalité sociale. Les situations où il est possible de rencontrer des externalités négatives relatives à l'eau souterraine sont les

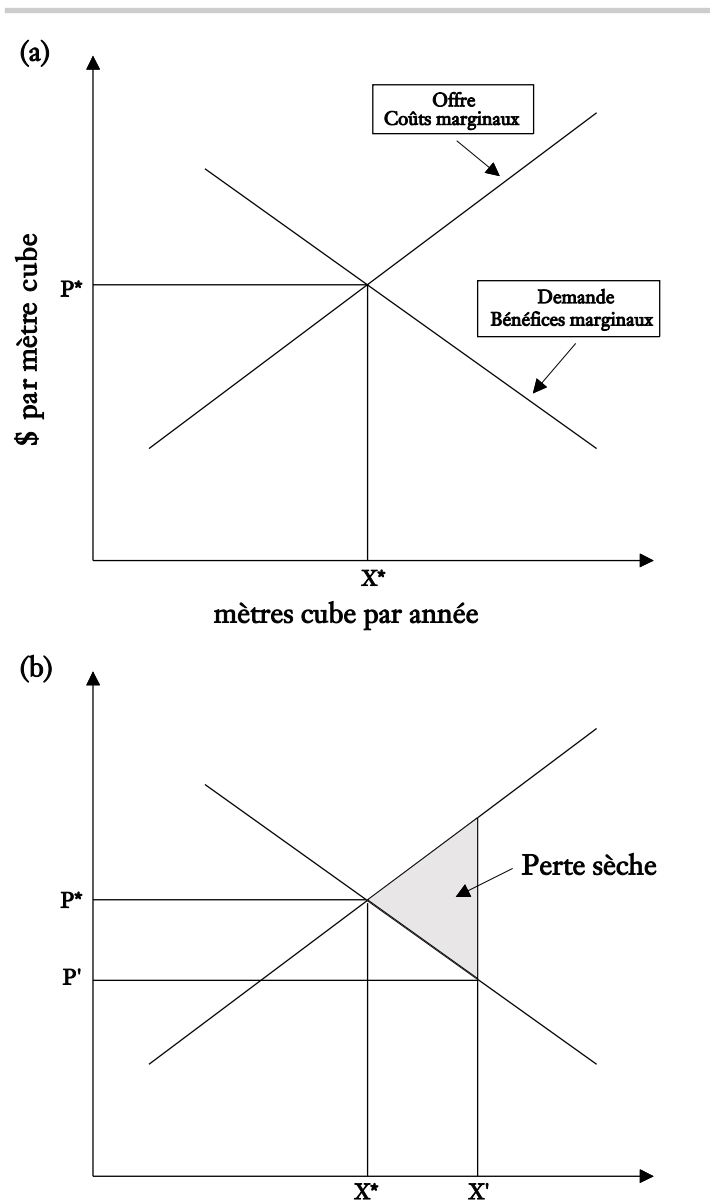
2. Certains auteurs parlent plutôt d'analyses coûts-bénéfices.

3. Il est possible que la politique soit relative au maintien d'un certain niveau *Q* plutôt qu'à une augmentation de la qualité et de la quantité des eaux souterraines.

4. Certains auteurs considèrent que les valeurs d'option font partie des valeurs d'usage.

5. Il existe deux types d'externalité: les externalités positives et les externalités négatives. On rencontre les premières lorsque l'action d'un agent économique comporte des conséquences positives sur un ou plusieurs autres agents économiques. Les conséquences sont bien sûr négatives dans le cas des externalités négatives.

Figure 2
Perte sèche lorsque le prix de l'eau est sous-évalué



suivantes : 1) il y a des agents économiques (particuliers, producteurs agricoles) qui subissent des baisses de niveau dans leur puits de pompage, 2) on constate aussi des cas de pollution de l'aquifère sans qu'il n'y ait compensation, 3) des pertes d'usage peuvent être enregistrées, notamment au niveau des eaux superficielles (lacs et rivières) puisque ces dernières sont fortement reliées aux eaux souterraines, 4) le gestionnaire de la ressource peut sous-évaluer le prix de la ressource ;

on enregistre alors des pertes pour l'ensemble de la société. La figure 2 illustre bien cette situation.

La figure 2 (a) montre que le prix optimal de l'eau est P^* . Si l'État fixe un prix inférieur (par exemple P') au prix optimal, alors la consommation augmentera à X' tel qu'illustré à la figure 2 (b). La perte de bénéfices nets, ce que les économistes appellent la perte sèche, sera donc l'aire sous la courbe de demande entre les points X^* et X' moins l'aire sous la courbe d'offre toujours entre les mêmes points. Ce résultat négatif est représenté par la zone grisée de la figure 2 (b). En bref, un prix inférieur au prix optimal se traduit par des pertes nettes qui ne peuvent être récupérées.

Kayraktepe Dam

Afin de bien comprendre les trois concepts économiques décrits précédemment, prenons l'exemple du projet hydroélectrique « Kayraktepe Dam » en Turquie [Biro 1998]. Ce projet de construction d'un barrage hydroélectrique d'une puissance installée de 420 MW a été estimé rentable par la société d'État chargée de la construction et de l'exploitation des barrages hydroélectriques en Turquie. Cette société évalua les bénéfices que rapporteraient la vente d'énergie hydroélectrique ainsi que les coûts de construction et de production du barrage. Le ratio bénéfice-coût fut estimé à 1,35. Pour chaque dollar investi dans le projet (les coûts), des bénéfices de 1,35 \$ seraient réalisés. Cette étude fut reprise par Yasemin Biro de l'Université de Californie à Berkeley, mais cette fois-ci, en faisant intervenir les coûts environnementaux ou plus précisément les pertes de bénéfices relatifs aux valeurs de préservation dans le cas où le projet serait réalisé. En tenant compte de ces coûts externes (ce sont les externalités), le ratio bénéfice-coût fut réestimé à 0,84 (le projet est donc non-rentable) et la construction du barrage est encore à l'état de projet. Cet exemple montre bien que la prise en compte des valeurs de préservation (et conséquemment des externalités négatives) peut modifier grandement les résultats.

tats d'une analyse coûts-bénéfices. Ainsi dans le cas précis de ce projet, l'analyse économique a montré que l'intérêt public a été un critère déterminant dans la décision de ne pas entreprendre la construction du barrage. En somme, la non-réalisation du projet était, d'un point de vue socio-économique, la solution la plus appropriée.

Exxon Valdez

L'exemple de l'Exxon Valdez est choisi afin de montrer toute l'importance que peuvent prendre les valeurs d'usage passif dans l'évaluation monétaire des dommages environnementaux. Le débat académique a débuté quelque temps après le naufrage du pétrolier Exxon Valdez, le 24 mars 1989, dans le détroit de Valdez en Alaska. Dans un premier temps, la compagnie Exxon défraya les coûts de nettoyage des berges affectées par les onze millions de gallons de pétrole qui s'échappèrent du navire. Par la suite, la compagnie remboursa les pertes encourues par les différents acteurs économiques. Ces pertes furent estimées à partir de certaines informations révélées par les transactions du marché. Par exemple, on estima les pertes de revenus des pêcheurs commerciaux de la façon suivante: les captures perdues furent estimées et multipliées par le prix du marché du poisson (moins, bien sûr, les coûts d'exploitation habituels). De façon similaire, les pertes de revenus des propriétaires hôteliers furent évaluées par la différence de revenus entre la période affectée et la saison normale. Les pertes décrites précédemment sont connues sous le nom de *valeurs d'usage perdues* parce qu'elles sont relatives à ceux qui font un usage actif de la ressource qui a été affectée par le déversement de pétrole. Par ailleurs, les économistes reconnaissent que les individus peuvent retirer une certaine satisfaction de la seule existence d'une ressource naturelle. Or les valeurs d'existence sont une composante

La prise en compte des valeurs de préservation (et conséquemment des externalités négatives) peut modifier grandement les résultats d'une analyse coûts-bénéfices.

majeure des valeurs d'usage passif et la loi américaine⁶ a déjà reconnu que des compensations monétaires peuvent être demandées pour les pertes de ces valeurs. C'est dans ce contexte que le gouvernement de l'Alaska intenta des poursuites judiciaires contre la compagnie Exxon dans le but de compenser les pertes d'usage passif.

Or, toute cette question de compensation des valeurs d'usage passif perdues nous conduit à une autre question très pratique. Si ces valeurs peuvent servir de base lors de poursuites judiciaires, comment peut-on les estimer? Contrairement aux valeurs d'usage qui peuvent être évaluées directement ou indirectement à partir des transactions du marché, les usages passifs ne laissent aucune trace comportementale. C'est alors qu'on proposa la méthode d'évaluation contingente (MÉC), une technique qui permet l'estimation directe des valeurs d'usage et de préservation grâce à des enquêtes économiques auprès d'un échantillon représentatif d'une population donnée.

C'est en fait la seule méthode connue permettant d'obtenir quelque information sur les valeurs de préservation. Mais à cette époque, cette technique était (et est encore) l'objet de beaucoup de controverses. Certains économistes tels que Kenneth Arrow (Prix Nobel d'économie), Jerry Hausman (MIT), William Desvousges et quelques autres affirmaient que les réponses données dans le cadre de ces enquêtes n'étaient pas conformes aux hypothèses de choix rationnel, qu'on ne devrait pas utiliser la MÉC parce que la nature hypothétique des questions et des réponses peut constituer une importante source d'erreurs et qu'il n'est pas certain que les répondants aient une bonne compréhension de ce qu'ils évaluent réelle-

6. En 1986, le département de l'Intérieur promulga une loi permettant la compensation de dommages aux ressources naturelles. Les dispositions de cette loi se retrouvent dans le *Comprehensive, Environmental Response, Compensation and Liability Act* (CERCLA), mieux connu sous le nom de *Superfund*.

ment. Ces détracteurs de la Méc furent alors engagés par la compagnie Exxon pour, notamment, réaliser des études qui confirmeraient l'hypothèse que les valeurs estimées par la Méc sont plus élevées que les vraies valeurs (i.e. le montant d'argent maximum que les répondants paieraient pour le bien public si un marché existait réellement pour ce bien). Afin de faire contre-poids à la partie défenderesse, l'État de l'Alaska s'assura les services de Robert Solow (lui aussi Prix Nobel d'économie), Alan Randall, Richard Carson et Michael Hanemann, tous des universitaires très impliqués dans le développement de la Méc. Ces derniers estimaient que les premières applications de cette méthode (et aussi quelques applications récentes) n'étaient pas toujours valides et que les critiques mentionnées précédemment étaient parfois justifiées. Ils estimaient toutefois que la plupart des études récentes tenaient compte des objections soulevées et généraient des valeurs suffisamment précises pour être utilisées dans l'estimation des dommages environnementaux lors de procès judiciaires ou, de façon plus générale, lors de l'évaluation de politiques environnementales.

C'est dans ce contexte que le National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) forma le «Contingent Valuation Panel» réunissant des membres des deux écoles de pensée. Ces derniers eurent comme mandat de se prononcer sur la validité de la méthode et, dans le cas où elle serait trouvée valide, d'établir les consignes permettant d'obtenir un niveau acceptable de précision des valeurs estimées. L'étude qui a été commandée [Carson et *al.* 1992] par le procureur général de l'État de l'Alaska a été réalisée en tenant compte de ces consignes. À l'aide de la Méc, Carson et ses collaborateurs trouvèrent que les pertes de valeurs d'usage passifs suite au naufrage de l'Exxon Valdez s'élevaient à 4,5 milliards de dollars américains. Le 16 septembre 1994, la Cour suprême de États-Unis ordonna à la compagnie Exxon de payer 5 milliards de dollars à titre de dommages punitifs. Depuis ce temps, la méthode d'évaluation contingente s'est développée de façon fulgu-

rante en raison des problèmes environnementaux grandissants, et particulièrement suite à la reconnaissance juridique acquise lors de l'affaire Exxon.

Méthodologie comparée

Pour estimer monétairement les avantages (ou les bénéfiques) d'une politique de gestion des eaux souterraines au nord de Montréal, nous faisons le choix de l'analyse coût-avantage. De façon plus particulière, nous utilisons deux méthodes d'évaluation des bénéfiques environnementaux, soit la méthode d'évaluation contingente (Méc) et la méthode des coûts évités. L'utilisation de deux méthodes plutôt que d'une seule nous apparaît appropriée dans un contexte scientifique caractérisé par de profondes divergences de vues entre, notamment, deux écoles de pensées méthodologiques [Arrow et *al.* 1993].

Il faut toutefois noter que ce qui est mesuré, lors d'une application de la Méc, correspond à une valeur liée aux opinions ou intentions des répondants. Or, comme nous l'avons déjà mentionné et dans un but de comparaison des résultats, nous utilisons, pour cette étude, une deuxième méthode d'évaluation des bénéfiques environnementaux: il s'agit de la méthode des coûts évités, qui mesure, quant à elle, des comportements économiques. Ces comportements sont des substituts de l'actif environnemental que l'on cherche à mesurer. C'est pourquoi cette deuxième méthode est qualifiée de méthode d'évaluation indirecte. Les valeurs ainsi obtenues représentent uniquement la partie «valeur d'usage» de la valeur économique totale (VET).

3. L'enquête économique

► Les deux pré-tests et l'enquête économique ont été réalisés par téléphone et par courrier, entre avril et juin 1997. Un premier appel téléphonique a été fait auprès des 2 652 ménages afin de solliciter leur participation à une enquête économique concernant l'eau souterraine de leur région. Ceux qui acceptèrent de par-

ticiper ont reçu un questionnaire par courrier. Un deuxième appel téléphonique a ensuite été fait, à un moment convenu entre l'enquêteur et le répondant, afin de recueillir les réponses de ce dernier. Parmi les 2 652 appels réalisés, 1 384 répondants ont pu être rejoints. Ces ménages sont distribués de la façon suivante :

670	ont accepté de participer
674	ont refusé de participer
10	incapacité de répondre
4	autre langue
3	non résidentiel
23	autres raisons
<hr/>	
1 384	au total ont été rejoints

Lors du deuxième appel téléphonique, 423 entrevues ont pu être complétées parmi les 670 qui avaient au préalable accepté de répondre, soit un taux de réponse de 63,1 %. Les 423 ménages interrogés constituent un échantillon représentatif de la population des cinq MRC de notre région d'étude. Nous avons par ailleurs estimé à 375 le nombre de réponses utilisables dans l'application de la méthode d'évaluation contingente puisque 48 répondants ont exprimé des réponses de protestation. Ces types de réponse ne reflètent pas la vraie valeur que les individus accordent au scénario hypothétique proposé et sont, par conséquent, éliminés de l'échantillon. Pour ce qui est de l'application de la méthode des coûts évités, nous n'avons retenu que les 196 ménages (sur les 423 interrogés) dont l'eau souterraine est la principale source d'approvisionnement en eau potable. Il est, en effet, tout à fait justifié de ne considérer que les dépenses réalisées par ceux qui sont des utilisateurs de l'aquifère.

Il est recommandé par les praticiens de la méthode d'évaluation contingente que le véhicule de paiement soit le plus réaliste et le plus neutre possible. Les deux véhicules de paiement qui ont donc été proposés aux répondants sont la redevance pour les utilisateurs de l'eau souter-

raine et l'augmentation de taxe pour les non utilisateurs⁷. Une seconde question à choix dichotomique a été ajoutée à la première. Cette façon de faire permet d'augmenter l'information sur le consentement à payer des répondants et cela se traduit par une plus grande efficacité statistique [Hanemann et al. 1991]. Cette approche que l'on nomme « questions à choix dichotomique doublement borné » suggère l'analyse de survie comme traitement statistique. Les 94 variables et 423 répondants (pour un total de près de 40 000 données) nous permettent, par exemple, de mettre en relation des variables d'attitude ou sociodémographiques avec des variables dites économiques. Les deux scénarios de politique qui sont proposés aux répondants sont 1) un programme de protection et de conservation géré par le gouvernement et 2) un programme de protection et de conservation géré par un comité de bassin. La moitié des répondants ont reçu le questionnaire incluant le premier scénario et l'autre moitié le deuxième scénario. L'échantillon est aussi composé d'utilisateurs et de non utilisateurs de la nappe d'eau souterraine. Cela permet de mieux faire ressortir les valeurs d'usage passif liées à la ressource.

La méthode des coûts évités (MCÉ) estime les dépenses que les individus et les entreprises auraient à encourir (ou encourrent actuellement) en l'absence d'un programme de protection d'un bien environnemental, par exemple l'eau souterraine. Les dépenses de protection estimées dans notre étude sont reliées à l'utilisation d'un système de traitement de l'eau, à l'achat d'eau embouteillée comme substitut ainsi qu'aux activités de puiser de l'eau et de bouillir l'eau du robinet. L'implantation d'un programme de protection des eaux souterraines ferait en sorte que les dépenses énumérées précédemment seraient évitées⁸. Elles sont donc considérées comme les bénéfices du programme.

7. La redevance est le paiement selon la quantité consommée et fait partie des instruments économiques que l'on qualifie d'incitatifs. Puisqu'il est impossible d'appliquer un système de redevance aux non-utilisateurs, nous leur proposons une taxe fixe (ou montant forfaitaire) afin d'être en mesure d'estimer leurs valeurs d'usage passif. Ces deux véhicules de paiement impliquent une définition claire des droits de propriété (ou d'usage) sur la ressource.

8. L'implantation d'un programme de protection proposé dans le cadre d'une application de la MÉC a aussi pour objet d'éviter des dommages (et conséquemment des coûts) futurs.

4. Analyse des résultats

Méthode d'évaluation contingente

► L'analyse des résultats de la MÉC est réalisée selon cinq étapes distinctes. Ces étapes sont la formation des intervalles de consentement à payer (CAP), l'analyse non paramétrique ainsi que l'analyse paramétrique univariée, bivariée et multivariée des CAP des répondants. Nous faisons finalement le choix d'une seule de ces approches, soit le modèle bivarié, afin de poursuivre le calcul d'actualisation et d'agrégation. L'analyse des résultats selon ce dernier modèle montre que le ménage moyen au nord de Montréal serait prêt à déboursier 48,24 \$ par année pour un programme de protection des eaux souterraines au nord de Montréal. Ce programme assurerait la fourniture d'une eau d'excellente qualité et en quantité suffisante. C'est pourquoi il est possible d'inférer ce paiement à la ressource plutôt qu'au programme.

Après avoir actualisé les bénéfices, nous procédons à l'agrégation de ces bénéfices à l'ensemble des ménages (123 225)

des cinq MRC. Suite à ces opérations, nous parvenons à estimer la valeur économique (250 millions \$) des ressources en eaux souterraines dans le sous-sol de notre région d'étude. À l'aide des données de nature hydrogéologique, nous estimons que la valeur sociale unitaire est de 0,06 \$ par mètre-cube d'eau souterraine. De plus, il est possible d'estimer d'autres niveaux de ressource en modifiant les bornes d'intégration. Cet exercice a pour but de montrer que le précédent modèle permet notamment, de quantifier des pertes ou des gains de qualité/quantité d'eau souterraine. Le tableau 1 nous informe de certaines possibilités.

Mais il n'est pas toujours possible d'estimer les niveaux d'augmentation ou de perte (en termes de pourcentage) de qualité/quantité d'eau souterraine. L'alternative serait alors d'estimer le volume d'eau affecté (en mètre-cube) multiplié par la valeur sociale unitaire trouvée précédemment (0,06 \$ le mètre-cube). Par exemple, une industrie effectuant des prélèvements de 500 m³ par jour, devrait payer des redevances de 11 000 \$ annuellement à l'ensemble de la société.

Tableau 1
Bénéfice obtenu (ou perdu) selon différents niveaux de qualité/quantité d'eau souterraine

Niveau initial (%)	Niveau final (%)	Bénéfice (\$)	Bénéfice actualisé et agrégé (million \$)
0	50	18,97	98,3
50	100	29,27	151,7
20	40	7,87	40,8
40	60	9,36	48,5
95	75	- 12,69	- 65,8

Tableau 2
Dépenses de protection moyennes par ménage

Mesure défensive	Coût par ménage (\$)
Eau embouteillée	44,84
Système de traitement	27,11
Puiser de l'eau	3,78
Bouillir l'eau	2,57
Total	78,30

Méthode des coûts évités

Le tableau 2 montre les dépenses de protection moyennes réalisées par les ménages au nord de Montréal. Il faut toutefois noter que les dépenses effectuées par les municipalités et les entreprises ainsi que les pertes relatives aux problèmes de santé n'ont pas été comptabilisées. De plus, les pertes engendrées par la peur et l'anxiété, les dommages écologiques ainsi que les pertes de valeurs d'usage passif n'ont pas été pris en compte dans l'évaluation des pertes totales. Dans la prochaine section, les résultats obtenus selon la méthode des coûts évités seront comparés aux résultats de la MÉC.

Comparaison des résultats

Afin d'établir une comparaison valable, nous devons prendre en compte le fait que les populations sont différentes selon la méthode utilisée. En effet, la

population visée par la Méc est le nombre de ménages des cinq MRC (ménages totaux) de notre étude tandis que la population à laquelle s'applique la méthode des coûts évités (MCÉ) comprend exclusivement les utilisateurs de la nappe souterraine (i.e. 46 % des ménages des cinq MRC). Le ratio $\frac{Méc}{MCÉ}$ s'exprime donc comme suit :

$$\frac{Méc}{MCÉ} = \frac{48,24\$ \times \text{ménages totaux}}{78,30\$ \times 0,46 \times \text{ménages totaux}} = \frac{48,24}{36,02} = 1,34$$

Grâce à l'application des deux méthodes retenues dans notre étude, nous constatons que les résultats obtenus sont conformes aux anticipations théoriques (i.e. les résultats de la Méc sont supérieurs à ceux de la MCÉ). De façon plus pratique, nous comparons les résultats obtenus selon chacune des méthodes et en dégageons le pourcentage (25 % ou 60 millions \$) que représente les valeurs de préservation par rapport à la valeur économique totale. Cette valeur est obtenue de la façon suivante : Pour 1,34 \$ de valeurs économiques totales (usages directs + usages passifs), on obtient 1,00 \$ de valeurs d'usage direct. C'est donc dire que les valeurs d'usage passif compteraient pour 0,34 \$ des valeurs économiques totales. Le schéma suivant illustre ces derniers calculs.

$$\frac{Méc}{MCÉ} = \frac{48,24}{36,02} = \frac{1,34}{1}$$



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

À titre d'exemple, l'évaluation des impacts environnementaux du projet hydroélectrique « Kayraktepe Dam » [Biro 1998] a montré que les valeurs d'usage

passif étaient de l'ordre de 38 %.

Conclusion et discussion

► Cette recherche a permis de contribuer au débat d'idées portant sur l'utilisation des méthodes d'évaluation des bénéfices environnementaux. De façon plus particulière, nous avons mis en relief les

avantages et les inconvénients d'utiliser les méthodes

d'évaluation contingente et de coûts évités. Nous estimons par ailleurs que les données recueillies dans le cadre de l'enquête économique réalisée au nord de Montréal pourraient servir à déterminer la valeur des ressources en eaux souterraines pour l'ensemble du territoire québécois. Il s'agirait alors d'utiliser la méthode de transfert des bénéfices. Cet éventuel prolongement de recherche se traduirait par l'ajout d'une information de première importance lors de la mise en œuvre d'un nouveau plan de gestion des ressources en eaux souterraines du Québec. Pour illustrer cette éventualité, supposons que les préférences et caractéristiques sociodémographiques des Québécois soient identiques à celles de la population au nord de Montréal; il serait alors possible d'extrapoler nos résultats à

l'ensemble du Québec. Dans un tel cas, la valeur des ressources en eaux souterraines de la province de Québec serait de l'ordre de 5 milliards de dollars. Sur une base annuelle, les Québécois seraient disposés à payer 125 millions de

dollars pour un programme de protection des eaux souterraines. Des coûts d'application de programme de 75 millions de dollars généreraient ainsi des

Nous estimons par ailleurs que les données recueillies dans le cadre de l'enquête économique réalisée au nord de Montréal pourraient servir à déterminer la valeur des ressources en eaux souterraines pour l'ensemble du territoire québécois.

bénéfices nets de 50 millions de dollars (ce qui constitue l'avantage net pour la société).

Nous croyons aussi que les considérations d'ordre théorique et empirique de cette étude peuvent avantageusement être utilisées dans le cadre de l'actuel débat public sur une nouvelle politique de gestion de l'eau au Québec. Dans cette optique, la détermination du prix de l'eau souterraine permettrait 1) de déterminer jusqu'à quel point il est nécessaire de protéger cette ressource, 2) de prendre en compte les effets négatifs, ce que les économistes appellent les coûts externes, pour qu'éventuellement les gagnants puissent compenser les perdants, 3) d'intégrer cette information dans le calcul des gains et des pertes de bien-être économique pour l'ensemble de la région d'étude et, finalement, 4) d'être en mesure de recommander les politiques publiques à mettre en œuvre.

En bref, cette étude jette un nouvel éclairage sur le choix et la pertinence de nouveaux moyens d'intervention qu'il est maintenant plus réaliste d'envisager et qui responsabiliseraient davantage les utilisateurs de la ressource «eau souterraine». Dans un contexte où l'eau potable prend de plus en plus d'importance aux yeux des gens, cette responsabilisation devient une condition préalable à toute décision stratégique concernant l'utilisation et la préservation d'une ressource commune.

Bibliographie

- Arrow, K., R. Solow et al. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal Register* 58: 4602-4614.
- Biro, Y.E.K. (1998). Valuation of the Environmental Impacts of the Kayraktepe Dam/Hydroelectric Project, Turkey: An Exercise in Contingent Valuation. *Ambio*. 27(3): 224-229.
- Brookshire, D. S., L.S. Eubanks et C.F. Sorg (1986). Existence values and normative economics: Implication for valuing water resources. *Water Resources Research*, 22(11): 1509-1518.
- Carson, R.T., R.C. Mitchell et W.M. Hanemann. (1992). *A Contingent valuation study of lost passive use values resulting from the Exxon Valdez oil spill*. A Report to the Attorney General of the State of Alaska. 127 p.
- Faucheux, S. et J.-F. Noël (1995). *Économie des ressources naturelles et de l'environnement*, Paris, Armand Colin. 370 p.
- Francoeur, L.-G. (1999). Le sort des petits cours d'eau est enfin porté à l'attention du BAPE. *Le Devoir*; 9 décembre 1999. p. A-2.
- Gouvernement du Québec (1997). *Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*. Document de référence. Québec, 59 p.
- Hanemann, M., J. Loomis et B. Kanniman (1991). Statistical Efficiency of Double Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. *Amer. J. Agr. Econ.* 1255-1263
- Just, R. E., D. R. Hueth et A. Schmitz (1982). *Applied welfare economics and public policy*. Englewood Cliffs (N.J.). Prentice-Hall, 491 p.
- Martin, M. (1999). *Estimation de la valeur économique des ressources en eaux souterraines de la région située au nord de Montréal. Application de l'approche contingente et de la méthode des coûts évités*. Thèse de doctorat soutenue le 14 avril 1999. Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), Québec. 203 p.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*, University of Cambridge.
- Reveret, J.-P. et al. (1990). *La mesure économique des bénéfices et des dommages environnementaux*. Groupe de recherche et d'analyse interdisciplinaire en gestion de l'environnement, Montréal, UQAM.
- Sylvestre M. et C. Grenier. (1987). *L'eau souterraine, une ressource à exploiter*. Québec, Ministère de l'Environnement du Québec (Envirodoc 870035).