

# LA MÉTHODE D'ÉVALUATION CONTINGENTE APPLIQUÉE AU RUISSELLEMENT ÉROSIF : UNE NOUVELLE APPROCHE DE L'ESTIMATION DU CONSENTEMENT À PAYER.

*Dimitri Laroutis<sup>1</sup> et Patrice Lepelletier<sup>2</sup>*

*(1) Laboratoire d'économie rurale (Lecor) et Care EA - 2260  
dlaroutis@esitpa.org*

*(2) LMRS, UMR CNRS - LAMSAD  
plepelletier@esitpa.org*

*ESITPA, 3 rue du Tronquet  
BP 40118  
76134 Mont-Saint-Aignan Cedex*

*Résumé :* La base de données sur laquelle nous travaillerons est le résultat d'une enquête menée en Haute Normandie, plus précisément dans la vallée du commerce, portant sur la méthode d'évaluation contingente et notamment sur le consentement à payer des individus pour une réduction du risque de ruissellement érosif. La finalité de ce travail est d'obtenir une bonne estimation du prix consenti à payer par les habitants de la vallée du commerce afin de réduire les impacts de ce phénomène naturel. La base de données est constituée de 47 facteurs explicatifs et du consentement à payer pour 221 personnes interrogées. Nous sélectionnons les facteurs les plus significatifs suite à une analyse de la variance. Nous mettons en place un estimateur du consentement à payer le plus efficace possible. Notre approche consiste à estimer chaque combinaison possible issue des différentes modalités des facteurs les plus significatifs. Dans cette optique nous n'établissons pas de modèle prédictif donnant le consentement à payer en fonction des facteurs significatifs, mais nous construisons un arbre d'estimation sur lequel nous sommes capables au bout de chaque branche de donner une prédiction du consentement à payer.

*Mots clefs :* Estimation, évaluation contingente, consentement à payer, fonction de score

*Abstract:* The database we used is the result of a survey carried out in Upper Normandy, more precisely in the "Vallée du Commerce", based on the contingent valuation method and in particular on the willingness to pay of the inhabitants for a reduction of the risk of erosive run-off. The aim of this work is to well estimate the price the inhabitants agree to pay in order to reduce the impact of this natural phenomenon. The database consists in 47 explanatory factors and the willingness to pay of the 221 interviewed people. We select the most significant factors following an analysis of variance. We set up an estimator of the willingness to pay the most effective possible. Our approach consists in considering each combination possible, resulting from the various methods of the most significant factors. Accordingly, we do not establish a predictive model giving the willingness to pay

according to the significant factors, but we build an estimation tree on which we are able, at the end of each branch, to give a prediction of the willingness to pay.

*Key words:* Estimation, contingent valuation, willingness to pay, score function

## 1 Introduction

Les économistes ont développé depuis une trentaine d'années des méthodes (méthode des prix hédonistes, méthode des coûts de transport, etc.) permettant d'évaluer monétairement des biens hors-marché c'est-à-dire des biens ou des actifs qui n'ont pas de valeur monétaire de prime abord malgré leurs fonctionnalités. L'environnement en est un exemple : malgré les services rendus à la société (récréatifs, productifs et écologiques), l'environnement n'a pas de prix. Comment, en effet, donner une valeur monétaire à la nature, aux forêts, aux lacs, ou plus généralement à la biodiversité qui sont uniques?

Progressivement, l'idée de valoriser monétairement l'environnement et plus précisément les impacts (ou externalités négatives) de l'activité économique sur l'environnement s'est développée en économie. L'ampleur des conséquences écologiques liées à l'échouement de l'Exxon Valdez en 1989 sur les côtes de l'Alaska a conduit à l'évidence et à la nécessité d'évaluer monétairement ces conséquences sur des sites écologiques d'une grande richesse. La méthode d'évaluation contingente (MEC) a été mise en œuvre afin d'évaluer les impacts environnementaux de cet échouement (estimés par celle-ci à près de 5 milliards de dollars). Depuis cette date, la méthode d'évaluation contingente ne cesse de s'améliorer. Un cadre scientifique d'administration de la MEC a été notamment défini par la NOAA dans un rapport paru en 1993 ([1]) afin de répondre aux critiques.

Au centre de cette méthode, nous trouvons un questionnaire qui vise à révéler le consentement à payer (CAP) des individus pour des biens hors-marché notamment environnementaux, par exemple la conservation de forêts ([7]) ou encore la préservation de zones humides ([2]). Le processus de construction du questionnaire s'avère crucial dans la méthode d'évaluation contingente puisqu'il détermine par la suite la fiabilité des résultats obtenus ([1] ; [8] ; [4] ; [9]). Le traitement statistique des données recueillies se fait généralement à travers des modèles standard paramétriques.

Dans la littérature, la modélisation paramétrique est très souvent utilisée pour estimer le CAP. La prédiction du CAP se fera à l'aide d'une fonction dépendante des facteurs liés à la base de données. Cette prédiction est simple et rapide puisqu'elle est générée par une équation. Cependant les résultats obtenus ne sont pas toujours aussi bons qu'on l'espérerait. La variabilité des données et la perte d'information due à la génération de ce type de modèle amène à des résultats décevants et quelquefois à des modèles non significatifs. Aussi nous nous proposons de construire un estimateur qui éviterait de perdre une partie trop importante d'information contenue dans la base de données. Une fonction de score serait associée à chaque observation de la base de données dont on connaît le CAP afin de déterminer celle qui se rapproche le plus de celle que l'on doit estimer. Cette

construction se rapproche de ce qui se passe dans le domaine de la bioinformatique dans les problèmes de comparaisons de branches d'ADN, de détection de similarités entre des séquences d'ADN ([3]).

## 2 Construction de la base de données

Dans les études mettant en œuvre la méthode d'évaluation contingente, plusieurs types de biais peuvent conduire à remettre en cause la fiabilité des résultats. Pour ces raisons, afin que la méthode d'évaluation contingente puisse apporter des informations pertinentes, la construction et l'administration du questionnaire doivent faire l'objet d'une attention particulière. Dans ce cadre, l'appel à des experts du phénomène de ruissellement érosif a permis de décrire précisément les différents impacts et d'identifier les causes. De plus, afin de tester les différents biais éventuels, nous avons introduit dans l'enquête des questions de contrôle portant sur les biais de compréhension, d'importance, de non-familiarité, etc., ([6]). Le questionnaire initial a été pré-testé auprès de 18 individus à dessein de découvrir les ambiguïtés ou mauvaises interprétations des questions et d'analyser la clarté des aides visuelles telles que les photos ou les cartes.

Le questionnaire final comporte 47 questions et se divise en trois parties.

- La première partie concerne la connaissance du phénomène de ruissellement érosif par les habitants de la vallée du Commerce. Une série de questions est posée à dessein de savoir si les individus sont familiarisés avec les notions de ruissellement et d'inondations. Il leur est ensuite demandé s'ils subissent régulièrement des phénomènes de ruissellement érosif ou d'inondations, l'importance de ces phénomènes, etc. ;
- La deuxième partie vise à révéler le CAP des individus pour un programme de réduction du phénomène de ruissellement et d'inondations au sein du bassin versant du Commerce. Une description détaillée des origines et des impacts du ruissellement et des inondations essentielle pour obtenir une estimation précise ([5] ; [4]) leur sont présentées. Une description d'un programme de lutte contre les inondations au sein du bassin versant leur est également fournie. Ensuite, l'avis des interviewés est sollicité sur ce programme de lutte et sur son éventuelle participation financière (pendant quinze ans) par le biais de la taxe d'habitation ou par la mise en place d'un fonds spécial ; il est nécessaire que le mécanisme de paiement soit plausible ([6]).
- La troisième partie, enfin, collecte les données socio-économiques standard telles que le nombre de personnes dans le foyer, le niveau d'études, le revenu net global du foyer.

Le questionnaire final a été ainsi administré auprès de personnes âgées de 18 ans et plus, habitant le bassin versant du Commerce. La méthode d'échantillonnage adoptée est celle des quotas par sexe, âge et CSP. 221 individus ont été interrogés, en face à face, à leur domicile. À l'exception du format de la question, les directives suggérées par le NOAA

Panel ([1]) ont été suivies pour l'élaboration et l'administration de ce questionnaire. Les principales caractéristiques de l'échantillon sont les suivantes (Tableau 1)

Sexe		
Homme	100	45%
Femme	121	55%
Age		
Moins de 35 ans	69	31%
35-49 ans	72	33%
50 ans et plus	80	36%
CSP du chef de famille		
CSP A	30	14%
CSP B	72	33%
CSP C	45	20%
Inactif	74	33%
Niveau d'études		
CAP-BEP	106	48%
BAC	42	19%
BAC +1/+2	35	16%
BAC +3/+4/+5	30	14%
BAC +6 et plus	8	3%
Revenu du foyer		
Moins de 1000 euros	13	6%
1000-1500 euros	48	22%
1500-3000 euros	100	45%
3000-4000 euros	35	16%
Plus de 4000 euros	19	8%
NSP	6	3%

Tableau 1

## 3 Méthodologie

### 3.1 Détermination des facteurs significatifs

A partir de cette base de 47 facteurs, il est préférable de garder les facteurs qui sont les plus discriminants par rapport au CAP. Nous avons choisi de sélectionner ces facteurs par des Anova à un facteur afin de déterminer ceux qui sont les plus significatifs. Il convient alors de préciser le risque utilisé pour ces analyses de la variance. En se référant au domaine économique, le risque fréquemment utilisé pour une telle analyse vaut 10%.

C'est à partir de cette base de données que l'on va construire notre estimateur alternatif. Nous utiliserons les 221 observations qui sont rentrées dans la base et nous nous restreindrons au 12 facteurs qui ont une influence significative sur le CAP.

## 3.2 Construction de l'estimateur

La description qui vient d'être faite sur la base de données nous amène à réfléchir sur le problème de la modélisation du consentement à payer que l'on va pouvoir apporter. Nous avons à estimer une variable quantitative (le CAP) à partir de variables qualitatives (les 12 facteurs qui ont été sélectionnés à l'aide d'ANOVA). Comme les variables explicatives sont toutes qualitatives, même s'il peut paraître important, le nombre d'estimations à effectuer est fini (au total 165 888). Notre objectif est de prédire chaque branche de cet arbre à partir des 221 observations dont nous disposons. La technique que nous allons développer ne se résume pas à une équation, elle va se traduire en l'élaboration d'un algorithme qui est capable, à partir de la base de données, de rechercher la meilleure estimation possible de  $X$ .

Posons  $n$  le nombre total d'observations et  $k$  le nombre de variables explicatives. Notons  $X = (x_1, \dots, x_k)$  une observation où  $x_i$  correspond au résultat du  $i^{\text{ème}}$  facteur. La base de données dont nous disposons repose sur  $n$  données (dans l'exemple décrit dans les précédentes section  $n = 221$ ) de  $X$  desquelles nous connaissons le CAP. Nous noterons cette base  $(\mathcal{B}_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq k+1}}$  où  $\mathcal{B}_{i,k+1}$  n'est autre que le CAP du  $i^{\text{ème}}$  individu.

Le cas le plus simple consiste à estimer un consentement à payer à partir des  $k$  variables dont les modalités sont exactement les mêmes que celles d'au moins une donnée de la base. Il suffit alors de renvoyer la moyenne des consentements à payer de telles données. Autrement dit, on a

$$\widehat{\delta(X)} = \frac{\sum_{i \in I} \mathcal{B}_{i,13}}{\text{card}(I)}$$

où  $I = \{i \in \{1, \dots, n\} / \forall j \in \{1, \dots, k\}, \mathcal{B}_{ij} = x_j\}$  et  $\widehat{\delta(X)}$  est l'estimation du consentement à payer lorsque  $X$  est observé.

Ce procédé nous amène à remplir au maximum 221 branches d'un arbre qui compte 165 888 branches dans l'exemple que l'on a présenté. Pour déterminer le reste des estimations, c'est-à-dire celles qui sont distinctes, pour au moins un facteur, des données contenues dans  $\mathcal{B}_{ij}$  nous allons construire une fonction de score. Cette fonction devra traduire l'éloignement entre l'observation et une donnée. Afin de finaliser cette fonction, nous commençons par établir une pénalité. Celle-ci doit être élaborée afin de répondre au mieux aux contraintes du domaine étudié. Deux conditions ressortent dans la construction de la pénalité : premièrement, il faut favoriser les données de la base les plus proches de l'observation en terme de nombre de différences entre les modalités des deux valeurs ; deuxièmement à choisir entre deux données ayant chacune une modalité différente de l'observation, il vaut mieux garder la donnée où la modalité diffère de celle de l'observation avec la variance la plus élevée.

Nous présenterons donc la construction de cette fonction de pénalité et celle de la fonction de score qui en découle.

## 4 Résultats et conclusion

Au terme de cette méthodologie, nous nous sommes intéressés aux résultats qu'apportaient cet estimateur pour la base de données sur le ruissellement érosif. Il ressort de la comparaison modèle paramétrique (Tobit) et non paramétrique que la prédiction est meilleure (au sens du coût absolu et du coût quadratique) en utilisant la méthode non paramétrique.

Dans le cadre de la modélisation non paramétrique les erreurs sont notamment dues aux problèmes d'observations redondantes avec un CAP différent. Nous cherchons également à réduire les erreurs en proposant un estimateur qui soit encore plus précis dans la partie inconnue, autrement dit pour les CAP à estimer et non renseignés dans la base. Les techniques de bootstrap nous permettent de mesurer cet écart entre ce qui est observé et ce qui a été estimé.

En conclusion, cette méthode alternative aux modèles paramétriques donne de meilleurs résultats, cependant il est nécessaire de tenir compte du temps plus important qui est demandé afin de prévoir le CAP.

## References

- [1] K. Arrow, R. Solow, E. Leamer, P. Portney, R. Randner et H. Schuman Report of the NOAA Panel on contingent valuations. *U. S. Federal Register*, 58, vol. 10, pp.4601-4614, 15 January 1993.
- [2] O. Beaumais, D. Laroutis et R. Chakir Conservation versus conversion des zones humides : Une analyse comparative appliquée à l'estuaire de la Seine. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n°4, pp. 565-590, 2008.
- [3] National Research Council (E. S. Lander et M. S. Waterman) *Calculating the Secrets of Life: Applications of the Mathematical Sciences in Molecular Biology*. National Academies Press, Avril 1995, Washington DC, pp. 300.
- [4] J. B. Loomis, P. Kent, L. Strange, K. Fausch et A. Covich Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin : results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, 33, pp. 103-117, 2000.
- [5] J. B. Loomis et R. G. Walsh Recreation Economic Decisions: Comparing Benefits and Costs, second ed. *Venture Publishing, Inc, State College, PA*, pp. 159-176, 1997.
- [6] R. Mitchell et R. Carson Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. *Resources for the Future*, Washington DC, 1989.
- [7] M. Rekola Incommensurability and uncertainty in contingent valuation: willingness to pay for forest and nature conservation policies in Finland. *Doctoral dissertation*, University of Helsinki, p. 108, 2004.
- [8] L. Tyrväinen et H. Väänänen The economic value of urban forest amenities: an application of the contingent valuation method. , *Landscape and Urban Planning* 43, pp. 105-118, 1998.
- [9] Zhongmin (X.), Guodong (C.), Ziquiang (Z.), Zhiyong (S.), Loomis (J.) Applying contingent valuation in China to measure the total economic value of restoring ecosystem services in Ejina region. *Ecological Economics*, 44, pp. 345-358, 2003.