

# Estimation non paramétrique de la régression : cas du consentement à payer

Saturnin Adigaw, Dimitri Laroutis, Salima Taibi

► **To cite this version:**

Saturnin Adigaw, Dimitri Laroutis, Salima Taibi. Estimation non paramétrique de la régression : cas du consentement à payer. 41èmes Journées de Statistique, SFdS, Bordeaux, 2009, Bordeaux, France, France. 2009. <inria-00386768>

**HAL Id: inria-00386768**

**<https://hal.inria.fr/inria-00386768>**

Submitted on 22 May 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Estimation non paramétrique de la régression : cas du consentement à payer

Saturnin ADIGAW  
Laboratoire de mathématiques Raphaël Salem UMR-CNRS 6085  
Lamsad-Esitpa  
*saturnin.adigaw-e-touckadiga@etu.univ-rouen.fr*

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

Salima TAIBI  
Laboratoire de mathématiques Raphaël Salem UMR-CNRS 6085  
Lamsad-Esitpa  
*staibi@esitpa.org*

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

*Université de Rouen, Avenue de l'Université  
76801 Saint Etienne de Rouvray FRANCE*

### Résumé

La méthode d'évaluation contingente permet d'évaluer les préférences individuelles pour un changement concernant un bien public. Au centre de cette méthode, nous trouvons un questionnaire qui permet de révéler le consentement à payer (CAP), c'est-à-dire le niveau de revenu que des individus seraient prêts à donner pour des biens hors-marchés. C'est l'une des techniques les plus communément appliquées pour définir une valeur monétaire de biens non-marchands et notamment de zones humides, d'espèces en danger et de biodiversité et... Récemment, de nombreuses études ont souligné l'impact significatif que peut jouer la localisation des enquêtés sur leur consentement à payer. Il est par exemple révélé, concernant l'évaluation monétaire des zones humides de l'estuaire de la Seine, que les habitants des grandes villes consentent à payer plus que les ruraux pour la protection de ces zones. Ainsi, la nécessité d'analyser plus précisément l'impact de la localisation des individus sur leur consentement à payer apparaît naturellement. L'objectif est de construire un modèle de prévision non paramétrique du CAP d'un individu en fonction de sa localisation géographique. Dans ce cadre, une méthode adéquate d'estimation de type Nadaraya-Watson de la régression du (CAP) par rapport à sa localisation est proposée. Le caractère

particulier de la variable de localisation amène à considérer un modèle de régression plus général que les modèles classiques. En effet, nous nous situons dans le cas où la variable explicative est à valeurs dans un espace mesurable. Des résultats de convergence ponctuelle de notre estimateur sont établis.

### Summary

The contingent valuation method allows to evaluate the individual preferences for a change concerning a public property. The core of this method is a questionnaire that allows to reveal the willingness to pay (CAP), i.e. the wage level that individuals would be ready to give for goods off- markets. It is one of the most frequently applied techniques to define a monetary value of non-commercial goods and particularly of wetlands, species in danger and of biodiversity. Recently, many surveys emphasized the significant impact that localization can have on their willingness to pay. For instance concerning the monetary evaluation of the wetlands of the estuary of the Seine it is revealed that the inhabitants of big cities agree to pay more than rural ones in order to protect these zones. Thus, we need more details to analyze the impact of localization on individuals' willingness to pay. The objective is to build a nonparametric forecasting model of the CAP of an individual according to his geographical localization. Within this framework, an adequate method of estimate of the type Nadaraya Watson of the regression of the variable (CAP) related to his localization is proposed. The specific point of the variable of localization brings a model of regression more general than the traditional models. Indeed, the explanatory variable has values in a measurable space. Results of convergence of our estimator are established.

### Mots clés

Prévision, non paramétrique, consentement à payer, localisation géographique.

### Key words

Prediction, nonparametric, willingness to pay, geographical localization.

## 1 Introduction

Afin d'évaluer les préférences individuelles il est habituel d'utiliser la méthode d'évaluation contingente. Au centre de cette méthode, nous trouvons un questionnaire qui permet de révéler le consentement à payer (CAP) des individus notamment pour des biens hors-marchés. C'est l'une des techniques les plus communément appliquées pour définir une valeur monétaire de biens non-marchands et notamment de zones humides (Loomis *et al.*, 2000; Yang *et al.* 2008), d'espèces en danger (Loureiro et Ojea, 2008), de biodiversité (Christie *et al.*, 2006), etc. les enquêtés bénéficient dans le cadre du questionnaire d'une description détaillée du bien à évaluer. A partir de ces éléments, ils doivent révéler leur CAP par rapport au bien étudié c'est-à-dire définir quel niveau de revenu ils seraient prêts à donner pour un niveau inchangé de services rendus par le bien public évalué. En outre, des

questions portant sur les caractéristiques démographiques et socioéconomiques des interviewés sont également posées et utilisées par la suite comme des indicateurs potentiellement explicatifs des variations des préférences individuelles.

Récemment, de nombreuses études ont souligné l'impact significatif que peut jouer la localisation des enquêtés sur leur consentement à payer (Loumis *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 2007; Loureiro et Ojea, 2008; Garcia *et al.*, 2009). Beaumais *et al.* (2008), concernant l'évaluation monétaire des zones humides de l'estuaire de la Seine, révèlent une différence significative concernant le consentement à payer entre les individus habitant de grandes villes (qui sont prêts à donner plus pour la protection des zones humides) que les ruraux. Ce type d'influence conduit Spash *et al.* (2009) à souligner la nécessité d'analyser plus précisément les différences urbaines-rurales et donc d'analyser l'impact de la localisation des individus sur leur consentement à payer.

Notre objectif consiste à construire un modèle de prévision non paramétrique du consentement à payer (CAP) d'un individu en fonction de sa localisation géographique. En considérant le consentement à payer comme étant une variable aléatoire réelle  $Y = CAP$ , on se propose donc d'estimer la régression  $r$  du CAP par rapport à sa localisation; soit la variable aléatoire  $X$  à valeurs dans un espace mesurable quelconque  $(E, \mathcal{E})$ . On peut voir cette méthode comme une extension du cas classique et largement étudié où  $E = R^p$ . Ainsi, après avoir défini un estimateur de type Nadaraya-Watson  $r_n$  de  $r$ , on présentera des résultats de convergence ponctuelle de cet estimateur.

## 2 Méthodologie

Soit  $(\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{P})$  un espace de probabilité. Soit  $(E, \mathcal{E}, \mu)$  un espace mesuré où  $\mu$  est une mesure positive et bornée et  $(X_i, Y_i)_{i \in N}$  une suite de couples de variables aléatoires définies sur  $(\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{P})$  et à valeurs dans  $(E \times R, \mathcal{E} \times \mathcal{B}_R)$ . On suppose que pour tout  $i$  de  $N$ ,  $Y_i$  est intégrable et on admet l'existence d'une fonction réelle  $r$  définie sur  $E$

$$E(Y_i/X_i) = r(X_i) \quad \forall i \in N$$

et on considère le problème de l'estimation de cette régression  $r$ .

Nous étudions la convergence ponctuelle de la suite d'estimateurs  $(r_n)_N$ , définie par

$$r_n(x) = \begin{cases} \sum_{i=1}^n Y_i K_n(x, X_i) / \sum_{i=1}^n K_n(x, X_i) & \text{si } \sum_{i=1}^n K_n(x, X_i) \neq 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

où  $x$  est un élément fixé de  $E$ ,  $K_n$  étant une suite de fonctions réelles mesurables définies sur  $E \times E$  et assujetties aux hypothèses suivantes :

- a)  $\forall x \in E$  et  $\forall n \in N$ ,  $\int K_n(x, z) \mu(dz) = 1$
- b)  $\forall n \in N$ ,  $K_n$  est strictement positive sur  $E \times E$
- c)  $\exists$  une constante  $C$  telle que pour tout  $n \in N$  et tout  $x, y$  dans  $E$

$$K_n(x, y) \leq C \int K_n^2(x, \cdot) d\mu.$$

### 3 Résultats

On suppose que

(H<sub>1</sub>) La loi de probabilité de  $X_i$  admet une densité par rapport à  $\mu$  telle que

$$\exists \gamma > 0, \Gamma > \infty : \gamma < \frac{dP_{X_i}}{d\mu} < \Gamma, \forall i \in N$$

$$\exists M < \infty : |Y_i| \leq M \quad \forall i \in N.$$

(H<sub>2</sub>) Le processus  $(X_i, Y_i)_{i \in N}$  est uniformément fortement mélangeant (ou  $\phi$ -mélangeant)

Soit  $\psi$  une fonction réelle mesurable définie sur  $E$ . Nous dirons que la suite  $(K_n)_{n \in N}$  et la fonction  $\psi$  vérifient "la condition  $\mathcal{C}$ " si pour tout  $x$  de  $E$

$$\int_E \psi(\cdot) K_n(x, \cdot) d\mu \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \psi(x).$$

Soit également  $i$  la fonction

$$i : N \rightarrow N$$

associée à  $\phi = (\phi_n)_N$  telle que

$$i_\phi(n) = i(n) = \inf\{j \leq n \mid \phi_j/j \leq n^{-1}\}.$$

Nous établissons les deux résultats de convergence ponctuelle suivants :

**proposition 1.**

Si  $n^{-1}i(n) \int K_n^2(x, \cdot) d\mu \rightarrow_{n \rightarrow \infty} 0$   
et si  $r$  et  $K_n$  vérifient  $\mathcal{C}$ , alors

$$r_n(x) \rightarrow_{n \rightarrow \infty} r(x) \quad (\text{en probabilité})$$

pour tout point  $x$  fixé de  $E$

**proposition 2.**

Si  $n^{-1}[\log n i(n) \int K_n^2(x, \cdot) d\mu] \rightarrow 0$   
et si  $r$  et  $K_n$  satisfont  $\mathcal{C}$ , on a

$$r_n(x) \rightarrow_{n \rightarrow \infty} r(x) \quad (\text{presque complètement})$$

## 4 Application

L'intérêt d'une telle extension réside dans le fait qu'elle est utilisable dans plusieurs problèmes de statistique appliquée. A supposer que l'on souhaite prévoir le consentement à payer  $Y = CAP$ , d'un individu à partir de sa position  $X$  exprimée par sa latitude et sa longitude, à partir d'un échantillon de couple  $(X_i, Y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$  où

$X_i$  : est le couple (latitude, longitude) de l'individu  $i$

$Y_i$  : désigne le consentement à payer de l'individu  $i$ .

Il est donc naturel de prévoir  $Y$  à partir de  $X$  par

$$Y = r(X) = E(Y/X = x).$$

Les couples  $(X_i, Y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$  étant considérés comme des observations équidistribuées du couple  $(X, Y)$ .

Il s'agit donc de l'estimation de la régression d'une variable aléatoire réelle  $Y$  par rapport à une variable aléatoire  $X$  à valeur dans un espace  $\mathcal{E}$  aisément considéré comme espace métrique.  $\mathcal{E}$  est la sphère (de rayon unité) muni de la distance suivante :

$$d(x, z) = \inf\{\text{arc}(x, z), 2\pi - \text{arc}(x, z)\}$$

où

$$\text{arc}(x, z) = \{\text{arc du plus grand cercle passant par } x \text{ et } z\}.$$

## Références

- [1] Beaumais O., Laroutis D., Chakir R., (2008). Conservation versus conversion des zones humides : une analyse comparative appliquée à l'estuaire de la Seine, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* 4, pp. 565-590.
- [2] Christie M., Hanley N., Warren J., Murphy R., Wright R., Hyde T., (2006). Valuing the diversity of biodiversity, *Ecological Economics*, Article in press, p. 14.
- [3] Collomb G., (1984). Propriétés de convergence presque complète du prédicteur à noyau, *Z. Warscheinlichkeithoerie und V. Gebiete* 66, pp. 442-460.
- [4] Garcia S., Harou P., Montagné C., Stenger A., (2009). Models for sample selection bias in contingent valuation : Application to forest biodiversity, *Journal of Forest Economics* 15, pp. 59-78.
- [5] Loumis J.B., Kent P., Strange L., Fausch K., Covich A., (2000). 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.
- [6] Loureiro M.L., Ojea E., (2008). Valuing local endangered species : The role of intra-species substitutes, *Ecological Economics* 68, pp. 362-369.
- [7] Spash C.L., Urama K., Burton R., Kenyon W., Shannon P., Hill G., (2009). Motives behind willingness to pay for improving biodiversity in a water ecosystem : Economics, ethics and social psychology, *Ecological Economics* 68, pp. 955-964.
- [8] Taïbi-Hassani S., Härdle W., Collomb G., (1986). A note on prediction via estimation of the conditionnal mode function, *Journal of Statistical Planning and Inference* 10, pp. 227-236.
- [9] Wang X., Bennet J., Xie C., Zhang Z., Liang D., (2007). Estimating non-market environmental benefits of the Conversion of Cropland to Forest and Grassland Program : A choice modelling approach, *Ecological Economics* 63, pp.114-125.