

Évaluation empirique de la consommation des ménages marocains suite aux changements de tarification de l'eau potable

Empirical assessment of Moroccan household consumption following changes in drinking water pricing

EL ISSAOUI Khadija

Enseignant chercheur

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales de Rabat – Agdal

Université Mohammed V de Rabat – Maroc

Laboratoire d'Économie Appliquée (LEA)

k.elissaoui@um5s.net.ma

BENKACHCHACH Kaoutar

Doctorant

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales de Rabat – Agdal

Université Mohammed V de Rabat – Maroc

Laboratoire d'Économie Appliquée (LEA)

kaoutarbenkachchach@gmail.com

Date de soumission : 12/10/2021

Date d'acceptation : 15/11/2021

Pour citer cet article :

EL ISSAOUI.K et BENKACHCHACH.K . (2021) « Évaluation empirique de la consommation des ménages marocains suite aux changements de tarification de l'eau potable », Revue Française d'Économie et de Gestion «Volume 2 : Numéro 11 » pp :365 – 386.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons

Attribution License 4.0 International License



Résumé

L'objectif de cet article est d'analyser l'impact du changement tarifaire de l'eau potable sur la consommation annuelle des ménages. Ainsi, nous avons réalisé une enquête à la régie autonome multiservices d'Agadir (RAMSA) sur des clients choisis aléatoirement et qui viennent de payer leurs factures. Nous avons observé les données de consommation d'un groupe représentatif de consommateurs durant une période de 6 ans allant de 2012 à 2017. Notre panel regroupe 43 ménages résidents à Agadir dont l'objectif est d'évaluer deux modèles : modèle 1 (facturation progressive) et modèle 2 (facturation sélective). À l'aide de la méthode des moindres carrés pondérés appliquée aux deux modèles, nous déduisons trois principaux résultats : i) la taille de ménage, le type d'habitation et la sensibilité écologique sont des variables explicatives importantes de la consommation (ii) la facturation à la troisième, à la quatrième et à la cinquième tranches indique que les clients ont choisi de payer plus cher au lieu de diminuer leurs consommations (iii) il semble que la conscience soit un élément important pour faire réussir une politique de conservation de l'eau.

Mots clés :

Tarification progressive ; Tarification sélective ; Eau potable ; Sensibilité Ecologique ; Méthode des Moindres Carrés Pondérés.

Abstract

The objective of this article is to analyze the impact of the change in the drinking water tariff on annual household consumption. Thus, we carried out a survey at the autonomous multi-service agency of Agadir (RAMSA) on customers chosen at random and who have just paid their bills. We observed the consumption data of a representative group of consumers over a period of 6 years from 2012 to 2017. Our panel includes 43 households living in Agadir whose objective is to evaluate two models: model 1 (progressive billing) and model 2 (selective invoicing). Using the weighted least squares method applied to the two models, we deduce three main results: i) household size, type of dwelling and ecological sensitivity are important explanatory variables of consumption (ii) billing at the third, fourth and fifth installments indicates that customers have chosen to pay more instead of reducing their consumption (iii) it seems that awareness is an important element for a successful conservation policy. 'water.

Keywords:

Progressive pricing; Selective pricing; Drinking water; Ecological Sensitivity; Weighted Least Squares method.

Introduction

Aujourd'hui, nous sommes tous responsables de la pénurie et de la surexploitation de l'eau. Plusieurs facteurs comme la croissance démographique, l'urbanisation accélérée, le changement climatique, la succession des années de sécheresse et le développement de l'agriculture engendrent la surexploitation de l'eau définie comme étant « *une situation où les quantités extraites sont estimées être plus importantes que la recharge de la nappe* » (Petit, 2004, p. 5). Au Maroc, en raison de la rareté des ressources en eau, l'offre devient insuffisante pour satisfaire les besoins de la population. La population marocaine atteint 33.848.242 habitants en 2014 (contre 29.891.708 enregistrée en 2004) avec un taux d'urbanisation de 60,3% (contre 55,1% en 2004). En outre, depuis 2008, avec le lancement du programme *Plan Maroc Vert*, l'augmentation de la demande en eau et de la surexploitation des eaux superficielles et souterraines a été observée suite à la croissance continue des superficies irriguées. Par ailleurs, l'irrigation se développera probablement dans les régions semi-arides comme à Souss Massa et à Tensift al Haouz suite à la hausse de la température et la baisse de la pluviométrie provoquées par le changement climatique. Ainsi, ces facteurs ont considérablement accru les besoins en eau dans un contexte de rareté de la ressource hydrique. Ce qui rend la satisfaction des besoins en eau pour les différents usages de plus en plus difficile. Face à cette situation alarmante, une gestion intégrée comprenant l'offre et la demande est primordiale et est apparue comme un nouveau paradigme pour l'élaboration des politiques en matière d'eau douce. Dans ce contexte, l'intervention de l'État pour la gestion des ressources en eau devient fondamentale. En effet, dans presque tous les pays du monde, la gestion des ressources en eau est contrôlée par les autorités publiques (Mayol, 2017). Selon Griffin (2006), le degré élevé de participation du public est une caractéristique distinctive du processus décisionnel relatif aux ressources en eau. Griffin cite deux principaux types d'intervention dans la gestion de l'eau : les politiques visant à améliorer l'*offre* et les politiques visant à améliorer la *gestion de la demande*. La première approche implique la capture, le stockage et l'utilisation des nouvelles ressources en eau, tandis que la seconde approche fait appel à une meilleure gestion des ressources existantes en raison d'une utilisation intensive et mal gérée. Tsur (2005) souligne que la solution à la pénurie d'eau consistait presque toujours en une politique d'augmentation de l'approvisionnement en eau, ce qui entraîne des investissements de plus en plus lourds. Tsur considère que ces investissements se manifestent dans la construction de nouvelles infrastructures comme les barrages, les puits, les réservoirs et les grands réseaux d'irrigation. L'auteur indique que la construction d'infrastructures ralentit pour deux raisons :

i) les réserves en eau potable et les possibilités de construction de nouveaux barrages sont physiquement limitées. ii) Les investissements qui en résultent constituent une lourde charge. Il est donc nécessaire d'imposer de nouvelles mesures réglementaires en faveur de la gestion de la demande. De telles mesures permettent d'éviter des utilisations inefficaces et trop coûteuses de l'eau et ainsi d'allouer de l'eau, là où elle est la plus utile. Le recours à d'autres ressources non conventionnelles comme le dessalement de l'eau de mer et la réutilisation des eaux usées est l'une des solutions pour faire face à l'insuffisance de l'offre de l'eau. C'est le cas de la région Souss Massa. Cependant ces ressources non conventionnelles sont caractérisées par un coût de mobilisation supérieure aux ressources naturelles habituelles, ce qui constitue une contrainte pour l'économie marocaine. La principale alternative durable réside dans le contrôle de la demande, à travers l'instauration des tarifs progressifs qui reflète la rareté de l'eau et incite à l'économiser. Leur rôle est de freiner la croissance de la demande. L'idée de gestion de la demande est conforme à la Déclaration de Dublin (1992) sur l'eau et le développement durable, qui stipule explicitement que la non-reconnaissance de la valeur économique de l'eau entraîne des pertes et des dommages environnementaux. La gestion de la demande permet de contrôler la demande à travers l'instauration des tarifs progressifs qui reflète la rareté de l'eau et incite à l'économiser. L'eau douce est une ressource rare. Selon Policy Research Initiative (2005), la tarification progressive adoptée par la majorité des pays, peut être un outil efficace de gestion de la demande en eau à long terme, à condition qu'elle puisse mieux concilier ses objectifs sociaux, financiers et économiques.

Eu égard à ce qui précède, dans cette étude, notre problématique tente de répondre aux questions suivantes : (i) comment peut-on expliquer l'impact du changement tarifaire sur la consommation de l'eau potable ? (ii) la facturation sélective est-elle efficace dans la gestion de la demande en eau (iii) Quels sont les principaux facteurs qui déterminent l'efficacité de la politique de conservation de l'eau ?

Pour répondre à ces questions, cet article tente d'analyser l'impact du changement tarifaire sur la consommation de l'eau potable, à long terme, des ménages résidents à la ville d'Agadir entre 2012 et 2017. Ainsi, nous avons réalisé une enquête auprès de l'agence RAMSA et nous disposons d'un panel de 43 ménages. Les consommateurs ont été choisis au hasard et concernant les clients qui viennent de payer leurs factures. En outre, nous avons conçu deux modèles pour évaluer, à l'aide de la méthode des carrés pondérés, la consommation des ménages avant (modèle 1) et après (modèle 2) le changement qu'a eu lieu en 2014.

Le reste de l'article s'organise de la manière suivante. Dans la première section une revue de littérature sera développée. La deuxième section sera consacrée à la présentation de la méthodologie économétrique, la présentation des données et l'analyse descriptive des variables utilisées. La dernière section rapporte les principaux résultats et les interprétations.

1. Revue de littérature

En microéconomie, Ostrom V et Ostrom E (1977) classent les différents biens en fonction de leur degré de rivalité et d'exclusivité. L'exclusivité signifie qu'il est possible d'exclure n'importe quel consommateur de la consommation d'un bien, d'autre part on peut définir la rivalité de l'usage comme l'unité consommée par un agent qui réduit la quantité disponible pour les autres agents de l'économie. En se basant sur ces deux critères, Samuelson (1954) distingue quatre types de biens : *biens privés*, *biens clubs*, *biens communs* et *biens publics* (voir tableau1).

Tableau 1. Catégories des biens économiques

	Non exclusable	Exclusable
Non rival	Biens publics	Biens de club
Rival	Biens en commun	Biens privés

Source : Samuelson (1954)

Le tableau 1 indique que les biens peuvent être classés en tant que *ressources de propriété commune* si le niveau d'exclusivité est faible et le niveau de rivalité est élevé. Cependant, un bien de club se caractérise par une faible rivalité et un haut niveau d'exclusivité. Un bien est dit privé s'il possède les deux propriétés : l'exclusivité et la rivalité de l'usage. Par opposition au bien privé, un bien est dit public s'il ne possède pas toutes les propriétés d'un bien privé. Les *ressources en eau* ont la particularité de se retrouver dans toutes les catégories de biens. Par exemple, *l'eau embouteillée* peut être considérée comme un *bien privé*, tandis qu'une *rivière* peut être considérée comme un *bien public* en raison de la *difficulté d'empêcher les utilisateurs à l'utiliser*. Les ressources en eau sont composées de deux catégories :

- Les eaux de surface : rivières, lacs, cours d'eau, oueds.
- Les eaux souterraines : l'eau présente sous la surface de la terre.

Olivier (2004) note que « *les eaux souterraines font partie d'une catégorie de ressources difficiles à appréhender. Elles relèvent typiquement des biens d'environnement et semblent appartenir à tout le monde, en même temps qu'elles n'appartiennent à personne* » (p.146-156). En revanche, ces eaux sont considérées comme des biens communs si elles sont en accès libre.

Groom, Halpern et Ehrhardt (2006) soulignent que le problème réside dans le fait que l'eau peut être transférée d'une catégorie à une autre.

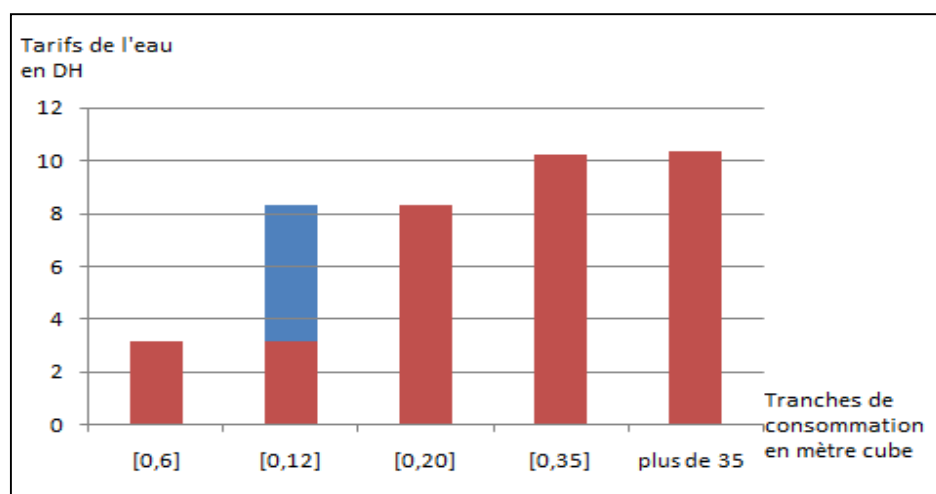
Les instruments économiques pour la gestion de la demande en eau sont encouragés pour atteindre un certain nombre d'objectifs différents. La tarification de l'eau vise d'atteindre des objectifs multiples et variés. Les objectifs les plus cités, dans la littérature (Dinar, Subramanian, Boland et Whittington) et par les gestionnaires de l'eau, concernent généralement le recouvrement des coûts, l'équité entre les utilisateurs et l'efficacité économique (Boland et Whittington, 1998). Les autres objectifs de gestion possibles selon Groom (2006) sont la fiabilité du service, la simplicité administrative, la transparence et le partage de risque qui est devenu un objectif majeur pour les gestionnaires de l'eau. Policy Research Initiative Canadian (2005) cite quatre objectifs principaux : fournir des ressources financières permettant de couvrir tous les coûts liés à l'approvisionnement en eau ; favoriser une allocation de l'eau économiquement efficace pour faire passer l'utilisation de l'eau à une valeur inférieure ; favoriser la conservation et l'innovation ; fournir des signaux pour induire des changements de comportement. Ces instruments économiques sont, donc, capables de fournir une meilleure protection de l'environnement, un développement économique et technologique et une génération des revenus, tout en maintenant l'équité (Policy Research Initiative Canadian, 2005). En 2014, le Maroc applique une tarification progressive sur l'eau potable reposant sur cinq tranches de consommations (tableau 2). La *première tranche*, compris entre 0 et 6 m³, correspond aux tranches sociales et est facturée au 3,16 DH/m³. La *deuxième tranche* où la consommation allant de 7 à 12 m³ est tarifée au 8,31 DH/m³. Lorsque la consommation dépasse 12m³ on passe à la *facturation sélective*. Si la consommation dépasse 12 m³, l'ensemble de la consommation est facturé au prix de la troisième tranche (8,31 DH/m³). Si la consommation dépasse 20 m³, l'ensemble de la consommation est facturé au prix de la quatrième tranche (10,25 DH/m³). Quand la consommation dépasse 35m³, elle est facturée au prix de 10,30 DH/m³. Cette progressivité est un moyen d'incitation à réduire la consommation excessive d'eau, notamment par les gros consommateurs. Par exemple, l'augmentation des tarifs par tranche, considérée comme une forme de tarification volumétrique, est appliquée par RAMSA (La régie autonome multiservices d'Agadir). La figure 1 explique les tranches de facturation et les tarifs appliqués par RAMSA à Agadir.

Tableau 2. Les Tranches de facturation et les tarifs appliqués à Casablanca et Mohammedia

Mode de facturation	Consommation mensuelle	Tranches		Tarif en DH HT (à Casablanca)	Tarif en DH HT (à Mohammedia)
Facturation progressive	$\leq 12 \text{ m}^3$	Tranche 1	$< 6 \text{ m}^3$	2,99	2,99
		Tranche 2	$6 < \text{m}^3 \leq 12$	6	6
Facturation sélective	$> 12 \text{ m}^3$	Tranche 3	$1 < \text{m}^3 \leq 20$	6	6
		Tranche 4	$1 < \text{m}^3 \leq 35$	11,24	11,24
		Tranche 5	$> 35 \text{ m}^3$	16,48	16,48
Redevance fixe				8 DH	

Source : Médias 24 (29 septembre 2017)

Figure 1. Tranches de facturation de l'eau potable et tarifs appliqués à Agadir



Source : Réalisé par les auteurs

RAMSA achète de l'eau auprès de l'ONEP à 4,31 Dh HT/m³ (fixé par arrêté ministériel ; ce prix varie selon les villes entre 1,65 Dh HT/m³ et 4,88 Dh HT/m³). Dans la première tranche qu'est considérée comme une tranche sociale, le prix de vente de mètre cube, 3.16 DH, est inférieur à celui par lequel RAMSA achète de l'eau auprès de l'ONEP (4,31 Dh). RAMSA récupère ce manque à gagner dans les autres tranches où le prix de vente est supérieur au prix d'achat. Boland et Whittington (1998) expliquent le déroulement de ce mode de tarification. Ils montrent qu'un prix unitaire est fixé pour un certain nombre d'unités ou pour une quantité (ceci

définit la fin du première tranche). Au-delà de ce montant, un prix unitaire plus élevé est fixé pour toute unité supplémentaire jusqu'à ce qu'un deuxième montant soit atteint (fin de la deuxième tranche) et ainsi de suite jusqu'à la dernière tranche. Cette méthode de tarification répond aux objectifs d'efficacité et de conservation de l'eau. Les consommateurs confrontés à un prix unitaire plus élevé à la marge sont incités à réduire leurs consommations, et ceux avec un prix unitaire inférieur à la marge auront tendance à consommer plus. Des considérations d'équité peuvent également être prises en compte en fixant le prix de la première tranche suffisamment bas pour que les bas revenus de la société puissent en bénéficier. Groom (2003) critique cette méthode de tarification où le concept d'équité repose sur l'hypothèse que les plus riches consomment plus d'eau que les plus pauvres. Cette hypothèse peut être fausse si les familles pauvres ont plus de membres que les familles riches et peuvent donc consommer plus d'eau pour les cultures vivrières. Par conséquent, il a souvent été suggéré de prendre en compte le nombre de résidents dans les ménages lors de l'application de la méthode de tarification. Cependant, la prise en compte de telles informations peut être coûteuse en raison d'asymétrie d'informations et de déclarations biaisées. Boland et Whittington (1998) ajoutent d'autres arguments comme la difficulté de définir correctement le prix et le volume du bloc initial, la discordance entre le prix et le coût marginal et le manque de transparence.

Plusieurs travaux empiriques en économie de l'eau se sont intéressés par l'analyse de l'impact de tarification non linéaire progressive sur la conservation des ressources en eau (Mayol, 2017 ; BenZaied, 2014 ; Abuqdais et Alnassay, 2001 ; etc.). Mayol (2017) analyse l'impact du changement de tarification de l'eau potable (du tarif fixe au tarif progressive), sur la consommation des ménages résident à Dunkerque (France) sur une durée de 4 ans de 2010 à 2013. L'auteur utilise deux modèles économétriques : le modèle diff in diff et le modèle de régression à effet aléatoire. Le premier modèle consiste à calculer l'impact du changement tarifaire sur la consommation globale. Les résultats montrent un impact négatif du changement tarifaire sur la consommation. Autrement dit, le nouveau programme tarifaire diminue significativement (-10,7%) la consommation des ménages. Le deuxième concerne les différents types de consommateurs où la consommation annuelle logarithmique est une fonction des variables de contrôle (la taille de ménage, le type d'habitation, la sensibilité écologique, la pluviométrie, la température et l'emplacement de la maison (secteur est ouest)) et des variables catégorielles (les trois niveaux de consommation $<75 \text{ m}^3$, $=75 \text{ m}^3$ et $>75 \text{ m}^3$). L'application de ce modèle souligne que l'impact global de changement tarifaire vari aux directions opposées des profils des consommateurs. Ainsi, les petits consommateurs, où la consommation annuelle

est inférieure strictement à 75m^3 , ont tendance à augmenter leurs consommations après le changement tarifaire. En revanche, les moyens et grands consommateurs, où la consommation annuelle est supérieure ou égale à 75m^3 , réduisent leurs consommations. BenZaied (2014) étudie, dans le cas de la Tunisie, le rôle de la tarification progressive dans la maîtrise et la gestion de l'eau à l'aide des techniques économétriques des données à haute fréquence, ce qui manifeste dans la cointégration périodique et saisonnière. Selon BenZaied, la Tunisie pratique depuis de nombreuses années une tarification progressive de l'eau reposant sur cinq tranches de consommation. Les trois premières tranches à prix réduit, appelées bloc inférieur, sont destinées à la satisfaction des besoins essentiels des ménages à faible revenu. Cependant, les deux dernières tranches sont considérées comme un bloc supérieur. BenZaied analyse les effets de la saisonnalité sur les choix de consommation des ménages à long terme de 1980 à 2007 à l'aide de la cointégration saisonnière. Concernant le bloc supérieur, l'élasticité prix de long terme est égale à $-0,37$ et est plus élevée que celle obtenue pour le bloc inférieur ($-0,07$). Ces résultats confirment la pertinence d'une tarification progressive de l'eau, qui permettra, si on accentue la progressivité de réduire les consommations excessives. Pour le bloc inférieur, la prise en compte de la saisonnalité permet d'obtenir une élasticité prix de la demande de long terme égale à $-1,95$, bien plus élevée, en valeur absolue, que la valeur obtenue indépendamment des effets saisonniers ($-0,07$). Abuqdaï et Alnassay (2001) analysent l'impact d'un changement de prix sur l'utilisation de l'eau en Abou Dhabi aux Émirats arabes unis, sur une période d'un an, à l'aide de la moindre carrée ordinaire (MCO). La principale source de production d'eau aux Émirats arabes unis est le dessalement de l'eau de mer. En conséquence, la maîtrise du coût de la mobilisation de l'eau est une question économique très intéressante pour l'autorité où le coût de la mobilisation est généralement incomparable avec le prix du m^3 facturé aux ménages. Abuqdaï et Alnassay concluent que tripler le prix réduit la consommation de 28%.

2. Méthodologie

2.1. Les hypothèses de l'analyse

La régie autonome multiservices d'Agadir (RAMSA) poursuit des objectifs sociaux et écologiques. La mise en place d'une *tarification progressive non linéaire* désigne que les consommateurs seront incités à réduire leurs consommations pour deux raisons : 1) pour éviter d'atteindre un niveau supérieur de consommation ; 2) pour éviter d'augmenter leurs pertes dans un niveau supérieur. En outre, pour favoriser les consommateurs vulnérables, le gouvernement met en œuvre un tarif social. Notre objectif est d'évaluer l'impact de cette modification des tarifs sur la consommation des ménages. Autrement dit, le nouveau tarif réduit-il la

consommation après le changement ? Ainsi, deux hypothèses peuvent donc être formulées et testées pour évaluer cette politique.

Hypothèse 1 : un tarif non linéaire diminue la consommation de l'eau potable.

Premièrement, nous supposons qu'un tarif non linéaire diminue la consommation de l'eau potable. Selon Grafton et al. (2011) et Montginoul et Alexandre (2005), la mise en œuvre d'un tarif non linéaire a un impact négatif et significatif sur la consommation des agents. Ainsi, nous pouvons prévoir que les consommateurs réagiront au changement de prix.

Hypothèse 2 : l'impact du changement tarifaire est lié à la taille du ménage.

Deuxièmement, nous supposons que l'impact du changement tarifaire est lié à la taille du ménage. Fauquert et Montginoul (2011) montrent que l'inefficacité du modèle non linéaire est due aux différentes caractéristiques des ménages notamment pour les familles nombreuses. Pour corriger cette hétérogénéité correspondante aux familles nombreuses, ces auteurs proposent des subventions spécifiques. Pour notre part, nous supposons que la taille du ménage est fortement liée à sa consommation. En outre, nous allons tester cette hypothèse pour observer comment les différents types de ménages réagissent au changement de prix. Par exemple, au cas où les familles nombreuses ne réagissent pas au tarif non linéaire, cela confirme l'inefficacité du tarif non linéaire sur la consommation de certaines catégories des ménages.

2.2. Les caractéristiques de notre étude

Notre étude consiste d'analyser l'impact du changement tarifaire sur la consommation des ménages. Ainsi, nous avons réalisé une enquête à la régie autonome multiservices d'Agadir (RAMSA) sur des clients choisis aléatoirement et qui viennent de payer leurs factures. Nous avons suivi les données de consommation d'un groupe représentatif de consommateurs avant et après le changement tarifaire qu'a eu lieu en 2014. Les consommateurs ont été choisis au hasard. Notre panel regroupe 43 ménages résidents à Agadir dont l'objectif est d'observer leurs consommations durant la période allant de 2012 à 2017. Pour réaliser notre enquête, les abonnés ont été interrogés sur quatre principales variables :

- (i) Le nombre de personne du ménage ;
- (ii) Le type d'habitation : maison, appartement, maison avec jardin et maison sans jardin ;
- (iii) La sensibilité écologique : la question posée est "Êtes-vous prêt à réduire votre consommation pour économiser l'eau" ? Avec un choix de réponse « oui » ou « non » ;

- (iv) La consommation : les clients ont été interrogés sur leur *numéro de police* pour avoir la possibilité de consulter, auprès de la RAMSA, l'historique de la consommation annuelle au cours de la période allant de 2012 à 2017 (6 ans).

2.2.1. La variable dépendante

Notre variable dépendante est la consommation annuelle **de l'eau potable** de l'abonné. Cette variable permet d'évaluer les variations annuelles de la consommation avant et après l'introduction d'un nouveau tarif.

Tableau 3. Statistique descriptive de la variable : "consommation annuelle de l'eau potable de l'abonné "

Année	Moyenne	Max	Min
2012	146	341	4
2013	144	340	9
2014	143	371	5
2015	155	408	11
2016	147	337	12
2017	164	398	1

Source : Réalisé par les auteurs

2.2.2. Les variables explicatives

Les variables explicatives comprennent les variables de contrôle et les variables catégorielles.

❖ Les variables de contrôle

La consommation est une fonction des facteurs intuitifs suivants (le tableau 4 représente une description des variables de contrôle) :

- 1) le nombre d'utilisateurs potentiels sur un même compteur d'eau désigne la taille de ménage qui atteint une valeur maximale de 13 personnes et une valeur minimale d'une seule personne avec un moyen de 4.59. Le tableau de fréquence indique que la modalité "4" représente presque 28% de l'échantillon, suivie de la modalité "5" qui représente 23,26%.
- 2) la variable maison sans ou avec jardin, appartement. Concernant la variable maison sans jardin, la valeur "1" signifie que le ménage habite dans une maison sans jardin et la valeur "0" désigne que le ménage ne réside pas dans une maison sans jardin mais dans un autre type de logement. En outre, la valeur "1" de la variable maison avec jardin signifie que le ménage habite dans une maison avec jardin tandis que la valeur "0" indique le ménage ne réside pas dans une maison avec jardin mais dans un autre type

de logement. Le tableau des fréquences montre que 95,35% des ménages habitent dans une maison sans jardin tandis que 20,03% habitent dans une maison avec jardin.

- 3) la sensibilité écologique relative à la valeur psychologique des personnes concernées par les questions environnementales. La valeur "1" signifie que le ménage est prêt à réduire sa consommation d'eau et la valeur "0" indique qu'il n'est pas intéressé par la réduction de la consommation de l'eau. Le tableau des fréquences montre que 51,16% sont intéressés par la réduction de la consommation d'eau.

Tableau 4. Statistique descriptive des variables de contrôle

Variables	Observation	Moyenne	Écart type	Min	Max
TM	516	4,598837	2,371333	1	13
MSJ	516	0,9534884	0,2107947	0	1
MAJ	516	0,2093023	0,4072054	0	1
SE	516	0,5116279	0,5003498	0	1

Source : Réalisé par les auteurs

Tableau 5. Tableau des fréquences

		Fréquence	Pourcentage	Cumul
TM	1	25	4,84	4,84
	2	48	9,30	14,15
	3	72	13,95	28,10
	4	143	27,71	55,81
	5	120	23,26	79,07
	6	60	11,63	90,70
	8	12	2,33	93,02
	9	12	2,33	95,35
	12	12	2,33	97,67
	13	12	2,33	100
	Total	516	100	
MSJ	0	24	4,65	4,65
	1	492	95,35	100
	Total	516	100	
MAJ	0	408	79,07	79,07
	1	108	20,93	100
	Total	516	100	
SE	0	252	48,84	48,84
	1	264	51,16	100
	Total	516	100	

Source : Réalisé par les auteurs

❖ variables catégorielles

Pour établir une distinction entre plusieurs profils d'individus nous avons créé des variables catégorielles avant et après le changement qu'a eu lieu en 2014.

➤ Les variables catégorielles avant le changement de 2014

Quatre variables indiquent l'appartenance du consommateur à la première, deuxième, troisième ou quatrième tranche.

Tableau 6. Les variables catégorielles avant le changement de 2014

Tranche 1	:	la consommation est $\in [0,18]$
Tranche 2	:	la consommation est $\in]18, 60]$
Tranche 3	:	la consommation est $\in]60, 120]$
Tranche 4	:	la consommation est $\in]120, \infty]$

Source : Réalisé par les auteurs

➤ Les variables catégorielles après le changement de 2014

Cinq variables indiquent l'appartenance du consommateur à la première, deuxième, troisième, quatrième ou cinquième tranche.

Tableau 7. Les variables catégorielles après le changement de 2014

Tranche 1	:	la consommation est $\in [0,6]$
Tranche 2	:	la consommation est $\in]6, 12]$
Tranche 3	:	la consommation est $\in]12, 18]$
Tranche 4	:	la consommation est $\in]18, 35]$
Tranche 5	:	la consommation est $\in]35, \infty]$

Source : Réalisé par les auteurs

2.3. Présentation des deux modèles

Nous allons présenter deux modèles de régression linéaire qui s'expriment en fonction de la taille de ménage, de type d'habitation, de la sensibilité écologique et des variables catégorielles (quatre anciennes tranches (modèle 1) et cinq tranches (modèle 2)).

2.3.1. Premier modèle

Le *premier modèle* concerne la période avant le changement tarifaire de 2014 et explique les différents types de *consommation trimestrielle des ménages* durant une période de 3 ans allant de 2012 à 2014. Ce modèle s'exprime en fonction de la taille de ménage, de type d'habitation, de la sensibilité écologique et des variables catégorielles qui sont les quatre anciennes tranches.

$$C_{it} = \beta_0 + \beta_1 TM_{it} + \beta_2 MSJ_{it} + \beta_3 MAJ_{it} + \beta_4 SE_{it} + \beta_5 TR_{it-1} \quad (1)$$

Où

$i \dots N ; t \dots T$ (trimestriel)

Le nombre d'observation est égal à $3*4*43 = 513$.

TM_t	:	désigne la taille de ménage c'est-à-dire le nombre des membres de famille de l'individu i à l'instant t ;
MSJ_t	:	désigne la variable "maison sans jardin" et indique si le type d'habitation de l'individu i à l'instant t est une maison ou non ;
MAJ_t	:	indique la variable maison avec jardin et indique si la maison de l'individu i à l'instant t contient un jardin ou pas ;
SE_t	:	désigne la variable sensibilité écologique et indique si l'individu i à l'instant t est prêt à réduire sa consommation ou non ;
TR_{t-1}	:	représente la consommation de l'individu i à l'instant t en faisant référence à l'année de base $t-1$.

2.3.2. Deuxième modèle

Le *deuxième modèle* concerne la période après le changement tarifaire de 2014 et explique la consommation mensuelle des ménages durant 3 ans (2015 à 2017). Ce modèle s'exprime en fonction de la taille de ménage, type d'habitation, de la sensibilité écologique et les variables catégorielles qui sont les cinq tranches.

$$C_{it} = \beta'_0 + \beta'_1 TM_{it} + \beta'_2 MSJ_{it} + \beta'_3 MAJ_{it} + \beta'_4 SE_{it} + \beta'_5 TR_{it-1} \quad (2)$$

Où,

$i \dots N ; t \dots T$ (mensuel). Le nombre d'observations est égal à $12 * 43 = 516$

TM_t	:	désigne la taille de ménage c'est-à-dire le nombre des membres de famille de l'individu i à l'instant t ;
MSJ_t	:	désigne la variable maison sans jardin et indique si le type d'habitation de l'individu i à l'instant t est une maison ou non ;
MAJ_t	:	indique la variable maison avec jardin et indique si la maison de l'individu i à l'instant t contient un jardin ou pas ;
SE_t	:	désigne la variable sensibilité écologique et indique si l'individu i à l'instant t est prêt à réduire sa consommation ou non ;
TR_{t-1}	:	représente la consommation de l'individu i à l'instant t en faisant référence à l'année de base $t-1$.

1. Analyse des résultats

Dans les deux modèles, nous avons choisi la méthode des *moindres carrés pondérés* "EGLS Cross section weight" qui est dérivée de Aitken "Aitken GLS" et est considérée comme un cas particulier des moindres carrés généralisés. Notre choix se justifie par la présence, dans les deux

modèles, de l'autocorrélation des erreurs et de l'hétéroscédasticité. En effet, la méthode des *moindres carrés pondérés* tient compte de l'hétéroscédasticité dans la dimension pertinente et propose des estimateurs de coefficient asymptotiquement plus efficaces que l'estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO) à équation unique. La méthode des moindres carrés pondérés se produit lorsque : i) toutes les entrées hors diagonale de Ω (la matrice de corrélation des résidus) sont nulles ; ii) les variances des observations (le long de la diagonale de la matrice de covariance) peuvent encore être inégales (hétéroscédasticité).

Les tableaux 8 et 9 présentent les tests de la dépendance en coupe transversale «Résidus» "*Residual Cross-Section Dependence Test*".

Tableau 8. Test de la dépendance en coupe transversale (modèle 1)

Test	Statistique	d.f	Probabilité
Breusch Pagan LM	1442.322	903	0.0000
Pesaran Scaled LM	12.69082		0.0000
Pesaran CD	14.78519		0.0000

Source : Réalisé par les auteurs

Tableau 9. Test de la dépendance en coupe transversale (modèle 2)

Test	Statistique	d.f	Probabilité
Breusch Pagan LM	951.8189	903	0.1262
Pesaran Scaled LM	1.148758		0.2507
Pesaran CD	9.241791		0.0000

Source : Réalisé par les auteurs

Les tests présentés dans les tableaux 8 et 9 indiquent la présence de l'hétéroscédasticité (probabilité = 0.000) et confirment l'autocorrélation des erreurs. En effet, les tests *Breusch-Pagan LM*, *Pesaran Scaled LM*, et *Pesaran CD* sont significatifs au seuil de 1%. Ainsi, nous rejetons l'hypothèse H_0 « absence de corrélation (ou dépendance) entre les résidus ». Selon Virgantari, Wijayanti et Koeshendrajana (2019), rien ne garantit que l'estimateur MCO soit efficacement sans biais dans le cas où les éléments de la variable dépendante ont des variances inégales et/ou sont corrélés. Ainsi, nous avons choisi d'utiliser l'estimateur des moindres carrés pondérés considéré comme plus efficace que celui du MCO lorsque les deux hypothèses d'autocorrélation des erreurs et d'hétéroscédasticité ne sont pas respectées. Concernant la normalité des résidus, le test Jarque-Bera indique une probabilité supérieure à 5 % (Annexes 1 et 2). L'hypothèse nulle est donc acceptée et les résidus suivent une loi normale.

Le tableau 10 présente les résultats issus de la méthode des moindres carrés pondérés appliquée aux modèles 1 et 2. Dans les deux modèles, le test de Fisher confirme les effets individuels sur les consommateurs (probabilité > $\chi^2 = 0.000$). Ensuite, nos résultats montrent que toutes les variables explicatives impactent significativement la consommation **de l'eau potable**. À l'exception de la sensibilité écologique, les coefficients des variables sont positifs. Tout d'abord, l'augmentation de la taille de ménage génère une hausse de $0,479 \text{ m}^3$ (modèle 1) et de $0,811 \text{ m}^3$ (modèle 2). Après le changement, nous remarquons que l'effet de cette variable est plus important parce que, probablement, les besoins des ménages en eau potable sont de plus en plus croissants. Ensuite, posséder une maison comme type d'habitation induit respectivement une hausse de $3,970 \text{ m}^3$ (modèle 1) et de $2,905 \text{ m}^3$ (modèle 2). En outre, un individu possédant une maison avec jardin contribue à une augmentation respectivement de $3,220 \text{ m}^3$ (modèle 1) et de $0,499 \text{ m}^3$ (modèle 2). Cette baisse s'explique par deux hypothèses : i) la concentration de la consommation, suite au changement tarifaire, sur les nouvelles tranches 4 et 5 ii) nous supposons que la consommation en eau potable des ménages disposant d'une maison avec jardin dépasse 12 m^3 et/ou 20 m^3 par mois. Ainsi, le tableau 10 présente les résultats de l'effet des tranches de facturation de l'eau potable. Le modèle 1 concerne la consommation des ménages ne dépassant pas la troisième tranche alors que dans le modèle 2, et suite à l'adoption de la facturation sélective, la consommation atteint la cinquième tranche. Tout d'abord, concernant la tranche sociale (*LTR1*), la consommation de l'eau potable est passée de $0,994$ à $0,841 \text{ m}^3$. Cette diminution s'explique par le changement tarifaire. En effet, avec la tarification sélective, lorsque la consommation dépasse 12 m^3 par mois, la consommation est facturée au tarif de la troisième tranche contre celui de **la première et la deuxième tranche appliqué avant** le changement. En conséquence, nous constatons que l'impact d'une facturation à la troisième tranche est plus important dans le modèle 2 ($0,844 \text{ m}^3$) contre $0,337 \text{ m}^3$ dans le modèle 1. Dans cette étude, nous considérons que l'effet d'une facturation à la quatrième et cinquième tranches, suite au changement tarifaire, détermine fortement l'efficacité de la politique publique d'économie de l'eau mise en place par le gouvernement marocain. Nos résultats montrent que l'impact de facturation à la quatrième et à cinquième tranches est positif et significatif. En effet, la facturation à la quatrième et à cinquième tranches génère une augmentation, respectivement, de $0,717$ et $0,577 \text{ m}^3$ de la consommation. Ces résultats indiquent l'absence de réduction de la consommation de l'eau potable après le changement tarifaire.

Par ailleurs, il semble que la sensibilité écologique joue un rôle négatif et fortement significatif sur la consommation de l'eau potable. En effet, plus un ménage est conscient de la réduction

de la consommation d'eau, plus il contribue à une diminution de consommation respectivement de 6,279 m³ (modèle 1) et de 5,428 (modèle 2).

Tableau 10. Comparaison entre les deux modèles (avant après et le changement tarifaire)

La variable dépendante : la consommation	Modèle avant changement (Panel EGLS : Cross-section weights)	Modèle après changement (Panel EGLS : Cross-section weights)
TM	0.479** [0.012] (2.516)	0.811*** [0.007] (2.681)
MSJ	3,970** [0.011] (2.545)	2.905* [0.075] (1.283)
MAJ	3.220* [0.079] (1.756)	0.499* [0.089] (0.278)
SE	-6.279*** [0.000] (-4.771)	-5.428*** [0.0005] (-3.516)
LTR1 (Tranche sociale)	0.994*** [0.000] (17.168)	0.841*** [0.000] (7.920)
LTR2	0.691*** [0.000] (14.836)	0.707*** [0.000] (4.954)
LTR3	0.337** [0.011] (2.536)	0.844*** [0.000] (17.885)
LTR4	—	0.717*** [0.000] (17.572)
LTR5	—	0.577*** [0.000] (10.880)
Constante	2.009 [0.299] (1.038)	2.797 [0.293] (1.052)
le test Fisher	(probabilité > chi 2 = 0.000)	(probabilité > chi 2 = 0.000)
Nombre d'observations	473	473

Source : Réalisé par les auteurs

*p<0,10 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

[...] désigne la probabilité ; (...) désigne le *t Student*

Conclusion

Dans cette étude nous avons essayé d'évaluer l'impact du changement de la tarification de l'eau potable sur la consommation des ménages résidents à Agadir. Ainsi, nous avons réalisé une

enquête à la régie autonome multiservices d'Agadir (RAMSA) sur des clients choisis aléatoirement et qui viennent de payer leurs factures. Notre analyse s'inscrit dans l'optique de la gestion de la demande. Le principal but de cette optique est la réduction de la consommation excessive de l'eau.

Nous avons observé les données de consommation d'un groupe représentatif de consommateurs durant une période de 6 ans allant de 2012 à 2017. Notre panel regroupe 43 ménages dont l'objectif est d'évaluer deux modèles : le modèle 1 concerne la tarification progressive et le modèle 2 concerne la tarification sélective. Ce changement tarifaire a permis d'augmenter le tarif de l'eau. Cette augmentation laisse le choix aux consommateurs de réduire la consommation et/ou de payer plus cher que la facturation précédente. A l'aide de la méthode des moindres carrés pondérés appliquée aux deux modèles, nous constatons que la taille de ménage, le type d'habitation et la sensibilité écologique sont des variables explicatives importantes de la consommation. Avant le changement, un individu contribue à une augmentation de $0,479 \text{ m}^3$ tandis qu'*après le changement*" cette proportion est presque doublée ($0,811 \text{ m}^3$).

Dans cette étude, nous considérons que l'analyse des variables catégoriales détermine l'efficacité des politiques de conservation de l'eau. Premièrement, concernant la tarification à la tranche sociale, justifiée par des considérations *d'équité*, la comparaison entre les résultats des deux modèles indique une baisse de la consommation de l'eau potable après le changement tarifaire de $0,994$ à $0,841 \text{ m}^3$. Cette diminution s'explique par les hypothèses suivantes :

- i) la tranche sociale suppose que les familles pauvres ne consomment pas beaucoup d'eau. Or, les familles pauvres se composent, parfois, de plus de membres que les familles riches et peuvent consommer plus d'eau pour les cultures vivrières (Groom, 2003) et donc même après le changement tarifaire, leur consommation peut dépasser 12 m^3 . Cependant, le prix de la tranche sociale est suffisamment bas pour que les bas revenus de la société puissent en bénéficier. D'où,
- ii) la concentration de la consommation dans la troisième et/ou la quatrième et la cinquième tranches,
- iii) Boland et Whittington (1998) soulignent d'autres arguments, à savoir la difficulté de définir correctement le prix et le volume du bloc initial, la discordance entre le prix et le coût marginal et le manque de transparence ...

Par conséquent, il est souvent suggéré de prendre en compte la taille des ménages lors de l'application de la méthode de tarification. Cependant, en raison d'asymétrie d'informations et de déclarations biaisées, cette information est coûteuse.

Ensuite, le coefficient de la facturation à la troisième tranche est positif et significatif. En effet, la consommation est passée de 0,337 m³ (modèle 1) à 0,844 m³ (modèle 2). Ainsi, les ménages considèrent l'eau comme un bien de première nécessité et même avec une augmentation de prix, ils sont incapables de réduire leurs consommations. Dans le même sens, nous déduisons que les deux variables catégoriels "la facturation à la quatrième et à la cinquième tranches" déterminent l'efficacité de la politique de changement tarifaire mise en place par le gouvernement marocain en 2014. Nos résultats indiquent que le changement de tarification n'a pas influencé la consommation des ménages car il n'a pas réussi de réduire leurs consommations. Autrement dit, les clients ont choisi de payer plus cher au lieu de diminuer leurs consommations. En effet, l'impact de facturation à la quatrième et à la cinquième tranches est positif et significatif. Par conséquent, la facturation à la quatrième et à la cinquième tranches génère une augmentation, respectivement, de 0,717 et 0,577 m³ de la consommation. C'est ainsi que nous déduisons l'absence de réduction de la consommation de l'eau potable après le changement tarifaire et l'échec de la politique de tarification sélective. En effet, même avec la facturation sélective, considérée comme plus coûteuse que la facturation progressive, les ménages n'ont pas baissé leur niveau de consommation. Mayol (2017) conclut le même sens de résultat pour les petits consommateurs dont la consommation annuelle est inférieure strictement à 75m³. L'auteur souligne que les petits consommateurs ont tendance à augmenter leurs consommations après le changement tarifaire. En revanche, Ruijs (2008) montre, dans le cas de Brésil, qu'un système tarifaire non linéaire diminue la consommation de l'eau potable entre - 0.45 et - 0.5.

Par ailleurs, il semble que les ménages ayant une forte sensibilité écologique diminuent leurs consommations de 6,279 m³ (modèle 1) et de 5,428 m³ (modèle 2). Ainsi, la conscience est un élément important pour faire réussir une politique de conservation de l'eau. Dans l'optique de la gestion de la demande de l'eau, la sensibilité des ménages pour la reconnaissance de la valeur économique de l'eau aura des effets bénéfiques sur la consommation.

Notre étude contribue à l'analyse du comportement des ménages suite au changement tarifaire de l'eau potable. Cependant, les données disponibles et la taille de notre échantillon ne permettent pas d'étudier d'une manière représentative et significative le degré de réaction des ménages marocains face au dilemme de pénurie d'eau. Tout d'abord, notre étude concerne les

ménages résidents à Agadir et la période allant de 2012 à 2017 alors qu'il existe des abonnés n'ayant branchés leur compteur qu'après 2015. Lors de la réalisation de notre enquête, nous avons rencontré des difficultés liées à la sensibilité des ménages à la question de la consommation de l'eau potable qui se traduisent par le refus de participer à l'enquête. En outre, nous avons rencontré des cas spécifiques de consommateurs empêchant l'évaluation du nombre potentiel d'utilisateurs pour un même compteur d'eau, notamment dans le cas des locataires et lorsqu'il s'agit d'une maison à plusieurs étages. Par exemple, pour éviter le passage à la facturation sélective, le propriétaire d'une maison à trois étages, composé par exemple de 5 personnes et où la consommation peut dépasser 12 m³, préfère avoir un compteur pour chaque étage.

Enfin, dans le cadre des perspectives de recherche future, nous prévoyons d'élargir notre panel en ajoutant d'autres individus comme les catégories de consommateurs (petits, moyens et grands) et les autres régions marocaines pour améliorer la question de l'impact du changement tarifaire sur la consommation des ménages.

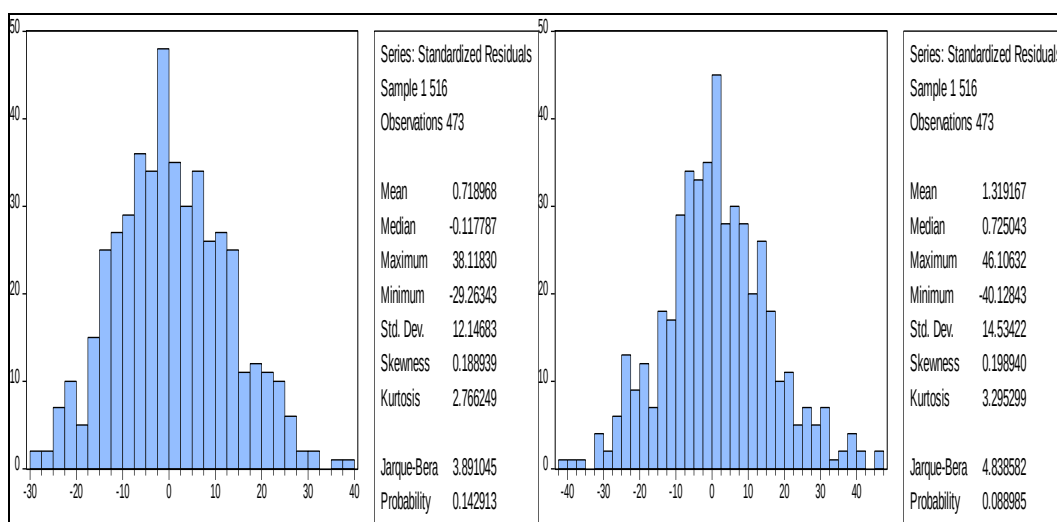
ANNEXES

Annexes. 1 et 2

Le test Jarque-Bera permet de vérifier si les résidus suivent une loi normale.

- H0 : les résidus suivent une loi normale.
- H1 : les résidus ne suivent pas une loi normale.

L'hypothèse nulle est acceptée pour le modèle de fait que la probabilité de Jarque-Bera est supérieur à 5 %.



BIBLIOGRAPHIE

1. Article de revue

- ABUQDAIS. H.A et ALNASSAY. H. I, (2001). Effect of pricing policy on water conservation: a case study, Water Policy, 2001/3, p.207-214.

- AITKEN. A. C. (1936). On Least-squares and Linear Combinations of Observations». Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. 55: 42–48.
- BOLAND. J. J. (1997). Pricing urban water: Principles and compromises. Paper presented at the World Bank seminar on Pricing of Sanitation and Water Services, February 18–19,
- BOLAND. J. J. et WHITTINGTON, D. (1998). The political economy of increasing block tariffs in developing countries. Paper Presented at the World Bank Sponsored Workshop on Political Economy of Water Pricing Implementation, Washington, DC, November 3–5.
- DINAR. A et SUBRAMANIAN. A. (1998). Policy implications from water pricing experiences in various countries, Water Policy, 1(2), 239 – 250.
- FAUQUERT G., MONTGINOUL M. (2011). Composantes du prix de l'eau : quels objectifs pour quels prix, Des tuyaux et des hommes, Versailles Cedex, p. 101-119.
- GRAFTON R. Q., WARD M. B., TO H., & KOMPAS T. (2011). Determinants of residential water consumption: Evidence and analysis from a 10-country household survey, Water Resources Research, 47(8).
- GRIFFIN. R. C. (2006). Achieving Water Use Efficiency in Irrigation Districts, Journal of Water Resources Planning and Management/ Volume 132 Issue 6 - November.
- GROOM. E, HALPERN. J et EHRHARDT. D. (2006). Explanatory Notes on Key Topics in the Regulation of Water and Sanitation Services. Water Supply and Sanitation Sector Board discussion paper series; no. 6. World Bank, Washington, DC.
- MAYOL. A. (2017). Social and nonlinear tariffs on drinking water: CUI BONO? Empirical evidence from a Natural Experiment in France. Revue d'économie politique, 2017/6, Vol. 127 pages 1161 à 1185.
- MONTGINOUL M., ALEXANDRE O. (2005). Le prix de l'eau potable en France : principaux enseignements. in Terreaux J.-P. (ed.), Économie des équipements pour l'eau et l'environnement, 28, Antony, , p. 17-50.
- PETIT, O. (2004). La surexploitation des eaux souterraines : enjeux et gouvernance. Natures Sciences Sociétés 2004/2 Vol. 12, pages 146 à 156.

- RUIJS, A, ZIMMERMANN, A, et Van den Berg, M. (2008). Demand and distributional effects of water pricing policies. *Ecological Economics*, 66(2), 506-516.
- SAMUELSON. P.A. (1954). The pure theory of public expenditure. *Review of Economics and Statistics*, p 36, 387-389.
- TSUR.Y. (2005). Economic Aspects of Irrigation Water Pricing. *Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques*, 30:1, 31-46.
- VIRGANTARI. F, WIJAYANTI. H et KOESHENDRAJANA. S. (2019). Aitken's Generalized Least Square Method for Estimating Parameter of Demand Function of Animal Protein in Indonesia. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1245 012045.

2. Thèse

- BEN ZAIED. Y, (2014) : « Gestion durable de l'eau résidentielle et tarification incitative en Tunisie : essais économétriques », Centre de recherche en Economie et Management, UNIVERSITÉ DE RENNES 1, France.

3. Livre

- OSTROM. V et OSTROM. E, (1977), *Public Goods and Public Choices*, Book Alternatives for Delivering Public Services, 1^{ère} édition.
- POLICY RESEARCH INITIATIVE, (2005), *Economic instruments for water demand management in an integrated water resources management framework*, Synthesis Report, PRI Project Sustainable Development.